# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

## DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.


### SÉANCE DU LUNDI 27 MARS 1876.

PRÉSIDENCE DE M. LE VICE-AMIRAL PÂRIS.

### MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

NAVIGATION. — *Influence des variations de pression sur la marche des chronomètres.* Note de M. YVON VILLARCEAU.

« Les observations faites en mer et sur le littoral par M. de Magnac n'ont décelé aucune influence des variations de pression sur la marche des chronomètres; toutefois, les faibles variations barométriques qui ont pu avoir lieu dans ces circonstances sont incomparablement moindres que celles auxquelles M. Boussingault a fait allusion dans la dernière séance.

» Je rappelle encore le résultat de mes recherches théoriques sur le mouvement des chronomètres, sous l'influence d'une résistance de l'air, proportionnelle au carré de la vitesse : dans cette hypothèse, la résistance de l'air ne produirait que des effets insensibles. Depuis lors, la loi du carré de la vitesse a été contestée et remplacée par d'autres fonctions; en sorte que l'expérience était nécessaire pour trancher la question : il paraîtrait, d'après les observations faites en Allemagne, que la loi du carré de la vitesse suffit à la théorie du mouvement des chronomètres. C'est ce dont on pourra juger, par les extraits suivants d'un Mémoire allemand inséré

dans les *Annalen der hydrographic und maritimen Meteorologie, herausgegeben von der Kaiserlichen Admiralität.*

» On lit, page 345 :

« M. Villarceau n'a pas perdu de vue la question de l'influence des pressions barométriques sur les marches des chronomètres; il résulte de ses recherches théoriques que l'influence qu'on pourrait leur attribuer n'existe pas. »

» Page 348 :

« En vue de reconnaître l'action de la pression atmosphérique sur les marches des chronomètres, on les plaça, pendant un grand nombre de jours, sous le récipient d'une machine pneumatique, et l'on fit descendre graduellement la hauteur barométrique de 100 millimètres. A quelque point que ce soit de cette descente barométrique, il fut possible de constater l'influence de la pression atmosphérique sur les marches des chronomètres, et les résultats de ces expériences montrèrent clairement l'accord complet des faits avec les conclusions auxquelles M. Villarceau était arrivé dans ses recherches théoriques. »

MÉCANIQUE. — *Sur les petits mouvements d'un fluide incompressible dans un tuyau élastique.* Note de M. **H. Resal.**

« Dans cette Note, j'ai moins pour objet de traiter une question particulière que d'attirer l'attention des géomètres sur les belles recherches expérimentales de M. Marey, qui ont fait, de la part de ce savant professeur, l'objet d'un Mémoire intitulé : *Mouvement des ondes liquides pour servir à la théorie du pouls* (1875).

» Soient

$p_0$ la pression extérieure censée constante;

$\omega_0$, $R_0$ la section et le rayon du tuyau à l'état naturel;

$p$, $\omega$, $v$ la pression, la section et la vitesse correspondant à la longueur $s$ de l'axe du tuyau mesurée à partir d'une origine déterminée;

$\rho$ la densité du liquide;

$e$ l'épaisseur du tuyau;

E le coefficient d'élasticité de ce tuyau.

» Nous supposerons que le rapport $\frac{e}{R_0}$ soit assez petit pour qu'on puisse en négliger la seconde puissance.

» On reconnaît facilement que la tension élastique développée dans une section méridienne, rapportée à l'unité de longueur du tuyau, a pour valeur

$$R_0(p - p_0),$$

d'où, pour la dilatation correspondante,

$$\lambda = \frac{R_0(p - p_0)}{Ee}.$$

» On a alors

$$(1)\qquad \omega = \omega_0 + 2\pi R . R\lambda = \omega_0\left[1 + \frac{2R_0}{Ee}(p - p_0)\right].$$

» Dans ce qui suit, nous négligerons : 1° la pesanteur, ce qui revient à supposer le tuyau sensiblement horizontal; 2° les termes de l'ordre de $v^2$ et de $v\varepsilon$.

» L'hypothèse des tranches donne la même relation

$$(2)\qquad \frac{dv}{dt} = -\frac{1}{\rho}\frac{dp}{ds}$$

que si le tuyau était indéformable.

» Dans le temps $dt$, il passe par la section $\omega$ le volume liquide $\omega v dt$, et par la section qui en est distante de $ds$ le volume $\omega v dt + \frac{d\omega v}{dt} dt\,ds$; il est donc resté, entre les plans de ces deux sections, le volume $-\frac{d\omega v}{dt} dt\,ds$, qui a produit l'augmentation de volume $\frac{d\omega}{dt} dt\,ds$. Nous avons donc

$$\frac{d\omega v}{d} = -\frac{d\omega}{dt};$$

d'où, en développant et ayant égard à la relation (1) ainsi qu'au degré d'approximation convenu,

$$(3)\qquad \frac{dv}{ds} = -\frac{2R_0}{Ee}\frac{dp}{dt}.$$

Si l'on élimine $p$ entre les équations (2) et (3), on trouve

$$(4)\qquad \frac{d^2v}{dt^2} = \frac{Ee}{2R_0\rho}\frac{d^2v}{ds^2},$$

équation dont la forme est bien connue et d'où l'on déduit, pour la vitesse de la propagation des ondes,

$$V = \sqrt{\frac{Ee}{2R_0\rho}}.$$

» Ainsi cette vitesse est égale à la racine carrée du produit du coefficient d'élasticité et de l'épaisseur du tuyau, divisé par celui du diamètre du tuyau et de la densité du liquide. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Observations de température faites au muséum d'Histoire naturelle pendant l'année météorologique 1875, avec les thermomètres électriques placés dans l'air ainsi que sous des sols gazonnés et dénudés;* par MM. **Becquerel** et **Edm. Becquerel**. (Extrait.)

« Nous avons eu l'honneur de présenter à l'Académie, dans sa séance du 13 mars dernier, la première partie des tableaux météorologiques contenant les résultats des observations de température faites au Muséum depuis le 1er décembre 1874 jusqu'au 1er décembre 1875, sous le sol, à des profondeurs variant de 1 mètre à 36 mètres; aujourd'hui nous présentons le résumé des observations faites dans l'air, ainsi que celles qui ont lieu à la partie supérieure du sol, suivant qu'il est dénudé ou couvert de végétaux pendant la même période de temps. Les observations ont été faites, comme les précédentes, à l'aide du thermomètre électrique, qui permet de suivre les changements de température loin du lieu d'observation, et qui a été décrit antérieurement d'une manière suffisante (1).

» Les tableaux relatifs aux observations de température dans l'air, au nord ainsi qu'au haut d'un mât à 20 mètres au-dessus du sol, n'offrent rien de particulier sur ce qui a été observé dans les années antérieures, si ce n'est que la température, à une certaine hauteur, a été, en moyenne, au Muséum, un peu plus élevée que la moyenne des maxima et des minima au nord. La moyenne annuelle des maxima et des minima au nord ayant été de 11°,02 pendant l'année météorologique 1875, on a eu à ces diverses stations, pendant le même temps :

| | Temp. moyenne annuelle | | Différence. |
|---|---|---|---|
| | au haut du mât. | au nord. | |
| A 6 heures du matin............ | 8°,24 | 8°,77 | 0,53 |
| A 9 heures du matin............ | 10,97 | 11,25 | 0,28 |
| A 3 heures du soir............ | 14,16 | 14,50 | 0,34 |

» Du reste, le Mémoire renferme les tableaux détaillés de ces observations.

» Les observations sous le sol, depuis $0^m,05$ jusqu'à $0^m,60$, suivant que la surface est gazonnée et entourée de végétaux à quelque distance, ou dénudée et sablonneuse, donnent lieu à des conclusions intéressantes, qui

(1) *Mémoires de l'Académie des Sciences,* t. XXXII, XXXVIII et XL; *Comptes rendus,* t. LXXXII, p. 387.

| | | Température moyenne mensuelle à 6 heures du matin. | | | | | Température moyenne mensuelle à 3 heures du soir. | | | | | Température moyenne mensuelle. | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0m,05. | 0m,10. | 0m,20. | 0m,30. | 0m,60. | 0m,05. | 0m,10. | 0m,20. | 0m,30. | 0m,60. | 0m,05. | 0m,10. | 0m,20. | 0m,30. | 0m,60. |
| | | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° |
| Décembre 1874. | Sol gazonné | 3,02 | 3,32 | 3,91 | 4,29 | 5,36 | 3,06 | 3,33 | 3,82 | 4,25 | 5,33 | 3,04 | 3,33 | 3,87 | 4,27 | 5,35 |
| | Sol dénudé | 1,31 | 2,07 | 2,27 | 2,88 | 4,28 | 1,60 | 1,84 | 2,21 | 2,83 | 4,25 | 1,46 | 1,96 | 2,24 | 2,86 | 4,27 |
| | Différence | 1,71 | 1,25 | 1,64 | 1,41 | 1,08 | 1,46 | 1,49 | 1,61 | 1,42 | 1,08 | 1,58 | 1,37 | 1,63 | 1,41 | 1,08 |
| Janvier 1875. | Sol gazonné | 2,57 | 2,69 | 2,96 | 2,94 | 3,34 | 2,85 | 2,78 | 2,90 | 2,99 | 3,41 | 2,71 | 2,74 | 2,93 | 2,97 | 3,38 |
| | Sol dénudé | 2,21 | 2,35 | 2,53 | 2,73 | 3,39 | 3,38 | 2,87 | 2,61 | 2,72 | 3,44 | 2,80 | 2,61 | 2,57 | 2,73 | 3,41 |
| | Différence | 0,36 | 0,34 | 0,43 | 0,21 | -0,05 | -0,53 | -0,09 | 0,29 | 0,27 | -0,03 | -0,09 | 0,13 | 0,36 | 0,24 | -0,03 |
| Février 1875. | Sol gazonné | 1,24 | 1,51 | 1,97 | 2,19 | 3,11 | 1,49 | 1,60 | 1,89 | 2,19 | 3,09 | 1,37 | 1,56 | 1,93 | 2,19 | 3,10 |
| | Sol dénudé | 0,44 | 0,68 | 1,11 | 1,51 | 2,65 | 1,38 | 1,21 | 1,23 | 1,21 | 2,61 | 0,91 | 0,95 | 1,17 | 1,50 | 2,63 |
| | Différence | 0,80 | 0,83 | 0,86 | 0,68 | 0,46 | 0,11 | 0,39 | 0,66 | 0,98 | 0,48 | 0,46 | 0,61 | 0,76 | 0,69 | 0,47 |
| Mars 1875. | Sol gazonné | 3,82 | 4,05 | 4,26 | 4,23 | 4,28 | 4,73 | 4,34 | 4,20 | 4,17 | 4,29 | 4,28 | 4,20 | 4,23 | 4,20 | 4,29 |
| | Sol dénudé | 3,04 | 3,63 | 4,38 | 4,66 | 4,67 | 7,27 | 5,31 | 4,73 | 4,44 | 4,69 | 5,16 | 4,47 | 4,56 | 4,55 | 4,68 |
| | Différence | 0,78 | 0,42 | -0,12 | -0,43 | -0,39 | -2,54 | -0,97 | -0,53 | -0,27 | -0,40 | -0,88 | -0,27 | -0,33 | -0,35 | -0,39 |
| Avril 1875. | Sol gazonné | 8,04 | 8,34 | 8,49 | 8,19 | 7,51 | 10,16 | 9,13 | 8,36 | 8,02 | 7,51 | 9,10 | 8,74 | 8,43 | 8,11 | 7,51 |
| | Sol dénudé | 6,87 | 7,91 | 9,14 | 9,65 | 8,62 | 15,12 | 12,84 | 10,15 | 9,21 | 8,68 | 11,00 | 10,38 | 9,65 | 9,43 | 8,65 |
| | Différence | 1,17 | 0,43 | -0,65 | -1,46 | -1,11 | -4,96 | -3,71 | -1,79 | -1,19 | -1,17 | -1,90 | -1,64 | -1,22 | -1,32 | -1,14 |
| Mai 1875. | Sol gazonné | 14,93 | 15,26 | 15,29 | 14,80 | 13,57 | 17,54 | 16,23 | 15,15 | 14,59 | 13,61 | 16,24 | 15,75 | 15,22 | 14,70 | 13,59 |
| | Sol dénudé | 13,56 | 14,71 | 15,99 | 16,31 | 14,92 | 22,50 | 20,14 | 17,20 | 16,00 | 14,90 | 18,03 | 17,43 | 16,68 | 16,16 | 14,91 |
| | Différence | 1,37 | 0,55 | -0,70 | -1,51 | -1,35 | -4,96 | -3,91 | -2,05 | -1,41 | -1,29 | -1,79 | -1,68 | -1,46 | -1,46 | -1,32 |
| Juin 1875. | Sol gazonné | 17,80 | 18,18 | 18,30 | 17,95 | 16,93 | 20,17 | 19,10 | 18,11 | 17,74 | 16,93 | 19,00 | 18,64 | 18,21 | 17,85 | 16,93 |
| | Sol dénudé | 16,29 | 17,29 | 18,52 | 18,92 | 17,92 | 24,03 | 22,23 | 19,63 | 18,68 | 17,91 | 20,16 | 19,76 | 19,13 | 18,85 | 17,92 |
| | Différence | 1,51 | 0,89 | -0,22 | -0,97 | -0,99 | -3,86 | -3,13 | -1,52 | -0,94 | -0,98 | -1,16 | -1,12 | -0,92 | -1,00 | -0,99 |
| Juillet 1875. | Sol gazonné | 18,45 | 18,79 | 18,95 | 18,74 | 18,10 | 20,10 | 19,43 | 18,82 | 18,61 | 18,13 | 19,28 | 19,11 | 18,89 | 18,68 | 18,12 |
| | Sol dénudé | 16,16 | 17,11 | 18,29 | 18,71 | 17,96 | 23,39 | 21,59 | 19,44 | 18,57 | 18,97 | 19,83 | 19,35 | 18,87 | 18,64 | 17,97 |
| | Différence | 2,29 | 1,68 | 0,66 | 0,03 | 0,14 | -3,29 | -2,16 | -0,62 | 0,04 | -0,84 | -0,55 | -0,24 | 0,02 | 0,04 | 0,15 |
| Août 1875. | Sol gazonné | 19,56 | 19,91 | 20,09 | 20,00 | 19,47 | 21,04 | 20,40 | 19,96 | 19,83 | 19,48 | 20,30 | 20,16 | 20,03 | 19,92 | 19,48 |
| | Sol dénudé | 17,30 | 18,27 | 19,45 | 19,91 | 19,31 | 24,14 | 22,44 | 20,35 | 19,63 | 19,27 | 20,72 | 20,36 | 19,90 | 19,77 | 19,29 |
| | Différence | 2,26 | 1,64 | 0,64 | 0,09 | 0,16 | -3,10 | -2,04 | -0,39 | 0,20 | 0,21 | -0,42 | -0,20 | 0,13 | 0,15 | 0,19 |
| Septembre 1875. | Sol gazonné | 17,40 | 17,82 | 18,19 | 18,74 | 18,67 | 18,34 | 18,15 | 18,08 | 18,24 | 18,61 | 17,87 | 17,99 | 18,14 | 18,51 | 18,64 |
| | Sol dénudé | 14,90 | 15,78 | 16,89 | 17,45 | 17,54 | 20,35 | 19,07 | 17,57 | 17,24 | 17,54 | 17,63 | 17,43 | 17,23 | 17,33 | 17,54 |
| | Différence | 2,50 | 2,04 | 1,30 | 1,29 | 1,13 | -2,01 | -0,92 | 0,51 | 1,00 | 1,07 | 0,24 | 0,56 | 0,91 | 1,18 | 1,10 |
| Octobre 1875. | Sol gazonné | 11,83 | 12,33 | 12,92 | 13,37 | 14,40 | 12,26 | 12,40 | 12,78 | 13,24 | 14,31 | 12,05 | 12,27 | 12,85 | 13,31 | 14,36 |
| | Sol dénudé | 8,25 | 9,02 | 10,09 | 10,89 | 12,23 | 11,22 | 10,83 | 10,41 | 10,66 | 12,18 | 9,74 | 9,93 | 10,25 | 10,83 | 12,21 |
| | Différence | 3,58 | 3,31 | 2,83 | 2,48 | 2,17 | 1,04 | 1,57 | 2,37 | 2,58 | 2,13 | 2,31 | 2,34 | 2,60 | 2,48 | 2,15 |
| Novembre 1875. | Sol gazonné | 7,74 | 8,14 | 8,66 | 9,03 | 10,04 | 7,96 | 8,14 | 8,47 | 8,97 | 9,97 | 7,85 | 8,14 | 8,57 | 9,00 | 10,01 |
| | Sol dénudé | 5,57 | 6,03 | 6,61 | 7,17 | 8,49 | 6,69 | 6,65 | 6,69 | 6,71 | 8,44 | 6,13 | 6,34 | 6,65 | 6,94 | 8,47 |
| | Différence | 2,17 | 2,11 | 2,05 | 1,86 | 1,55 | 1,27 | 1,49 | 1,78 | 2,26 | 1,53 | 1,72 | 1,80 | 1,92 | 2,06 | 1,54 |
| Année (moyenne). | Sol gazonné | 10,53 | 10,69 | 11,16 | 11,20 | 11,23 | 11,64 | 11,25 | 11,04 | 11,07 | 11,22 | 11,09 | 10,97 | 11,10 | 11,13 | 11,22 |
| | Sol dénudé | 8,82 | 9,57 | 10,43 | 10,89 | 10,99 | 13,42 | 12,25 | 11,01 | 10,68 | 10,99 | 11,12 | 10,91 | 10,72 | 10,78 | 10,99 |
| | Différence | 1,71 | 1,12 | 0,73 | 0,31 | 0,24 | -1,78 | -1,00 | 0,03 | 0,39 | 0,23 | -0,03 | 0,06 | 0,38 | 0,35 | 0,23 |

viennent confirmer celles que nous avons présentées l'année dernière (1). Douze tableaux d'observations donnent les températures à ces différentes profondeurs tous les jours de chaque mois, le matin à 6 heures et le soir à 3 heures; nous en avons déduit les moyennes mensuelles renfermées dans le tableau ci-dessus. Les températures sont corrigées de la variation du zéro du thermomètre à mercure placé au milieu de l'appareil thermo-électrique.

» On voit qu'à 5 centimètres sous le sol la moyenne mensuelle de chaque mois est plus élevée à 6 heures du matin sous le sol gazonné que sous le sol dénudé de 2°,5 en été et de 1 degré en hiver, et en moyenne annuelle de 1°,71. A 3 heures, de mars en septembre, c'est-à-dire au printemps et en été, c'est l'inverse qui a lieu, et l'action solaire sur le sol sablonneux donne à celui-ci un excès de température variant de 2 à 5 degrés suivant les mois, sur la température observée sous le sol gazonné; de septembre en février (en automne et en hiver), le refroidissement du sol dénudé est plus grand et sa température est plus basse de 1 degré à 1°,5 que celle du sol gazonné. En moyenne annuelle, à 3 heures, la température du sol gazonné est plus basse de 1°,78 que celle du sol dénudé. Si l'on prend la moyenne diurne annuelle, ces excès de température se compensent, et, à cette profondeur de 5 centimètres, la moyenne annuelle sous les deux sols est sensiblement la même, et à très-peu près égale à celle de l'air au nord.

» A la profondeur de 10 centimètres, on observe à 6 heures du matin et à 3 heures du soir des effets analogues à ceux qui ont lieu à 5 centimètres, si ce n'est que les différences de température entre les deux sols sont moindres; ce résultat doit dépendre du temps que met la chaleur à pénétrer par voie de conductibilité au travers d'une épaisseur double de terre. Ainsi, à 6 heures du matin, la moyenne annuelle sous le sol gazonné est de 1°,2 plus élevée que sous le sol dénudé, au lieu de l'être de 1°,71, comme à 5 centimètres, et à 3 heures de l'après-midi, sous ce dernier sol, la température est plus élevée de 1 degré que sous le sol couvert d'herbes, au lieu de l'être de 1°,78. Quant à la moyenne annuelle, elle ne diffère que de 0,06 sous les deux sols, mais elle a été un peu plus basse que celle à 5 centimètres (de 0°,1 à 0°,2).

» A partir de 0m,20 comme à 0m,30 et 0m,60 de profondeur, en mars, avril, mai et juin, la température moyenne devient plus basse sous le sol

(1) *Comptes rendus*, t. LXXX, p. 773.

gazonné que sous le sol dénudé; mais, dans les autres mois, elle est toujours plus élevée, de sorte que la moyenne de l'année reste plus élevée, à la profondeur de $0^m,20$, savoir : à 6 heures du matin, de $0^\circ,73$, à 3 heures de $0^\circ,38$, et comme moyenne diurne de $0^\circ,38$.

» A $0^m,30$, les moyennes mensuelles à 6 heures du matin et à 3 heures du soir sont peu différentes dans chaque sol; à $0^m,60$, elles sont les mêmes dans chacun d'eux, mais la température reste plus élevée sous le sol couvert d'herbes, de $0^\circ,35$ à la profondeur de $0^m,20$, et de $0^\circ,23$ à $0^m,60$.

» Ainsi les changements diurnes sous les deux sols se font sentir assez vivement jusqu'à $0^m,20$, et à partir de cette épaisseur ils diminuent rapidement; mais, néanmoins, l'avantage reste toujours au sol gazonné, qui a donné des moyennes annuelles plus élevées.

» Si l'on examine les variations de températures dans les différents mois à ces diverses profondeurs, on trouve que, jusqu'à 60 centimètres, c'est en février qu'a lieu la température la plus basse et en août la plus élevée, et les différences des moyennes de ces mois donnent pour les diverses profondeurs :

*Différences entre les températures des mois d'août et de février.*

| | Profondeur. | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 0,5 | 0,10 | 0,20 | 0,30 | 0,60 |
| Sol gazonné...... | 18,93 | 18,60 | 18,10 | 17,73 | 16,38 |
| Sol dénudé...... | 19,81 | 19,41 | 18,73 | 18,17 | 16,66 |

» A 1 mètre, la température moyenne mensuelle minimum n'a lieu qu'en mars, et le maximum en septembre, et la différence a été de $10^\circ,37$ pour cette année 1875.

» On a vu antérieurement qu'à la profondeur de 6 mètres cette différence mensuelle moyenne n'a été que de $2^\circ,47$ en 1875, le minimum moyen ayant eu lieu en mai et le maximum en novembre et décembre; à 11 mètres, cette différence n'a plus été que de $0^\circ,28$, et elle est devenue faible au delà.

» Le tableau suivant renferme les moyennes annuelles sous les deux sols, pendant les quatre dernières années, ainsi que les températures moyennes annuelles des maxima et des minima dans l'air, et celles à 1 mètre de profondeur sous le sol, températures corrigées de la variation du zéro des thermomètres placés dans les appareils thermo-électriques.

| ANNÉES. | TEMPÉRATURE annuelle moyenne de l'air, au nord. | | TEMPÉRATURE SOUS LE SOL DÉNUDÉ à 1 mètre de profondeur. | TEMPÉRATURE MOYENNE ANNUELLE SOUS LE SOL | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | à $0^m,05$ de profondeur. | | | à $0^m,10$ de profondeur. | | | à $0^m,20$ de profondeur. | | | à $0^m,30$ de profondeur. | | | à $0^m,60$ de profondeur. | | |
| | Moyenne des maxima et des minima (thermométrographe). | Moyenne des maxima (Negretti) et des minima (Rutherford). | | Sol gazonné. | Sol dénudé. | Différence. | Sol gazonné. | Sol dénudé. | Différence. | Sol gazonné. | Sol dénudé. | Différence. | Sol gazonné. | Sol dénudé. | Différence. | Sol gazonné. | Sol dénudé. | Différence. |
| 1875 | 11,00 | 11,03 | 10,70 | 11,09 | 11,12 | —0,03 | 10,97 | 10,91 | +0,06 | 11,10 | 10,72 | +0,38 | 11,13 | 10,78 | +0,35 | 11,22 | 10,99 | +0,23 |
| 1874 | 11,44 | 11,44 | 11,83 | 11,52 | 11,68 | —0,16 | 11,50 | 11,42 | —0,08 | 11,57 | 11,26 | +0,31 | 11,61 | 11,35 | +0,26 | 11,68 | 11,57 | +0,11 |
| 1873 | 11,33 | 11,36 | 11,87 | 11,87 | 11,53 | +0,34 | 11,87 | 11,23 | +0,64 | 11,90 | 11,51 | +0,39 | 11,93 | 11,30 | +0,63 | 11,99 | 11,44 | +0,55 |
| 1872 | 11,35 | 11,10 | 11,32 | 11,62 | 11,61 | +0,01 | 10,92 | 10,41 | +0,51 | 10,90 | 10,31 | +0,59 | 10,77 | 10,27 | +0,50 | 11,74 | 11,30 | +0,44 |
| Moy. | 11,28 | 11,23 | 11,43 | 11,52 | 11,49 | +0,03 | 11,31 | 10,99 | +0,32 | 11,36 | 10,95 | +0,41 | 11,36 | 10,93 | +0,40 | 11,66 | 11,33 | +0,33 |

» On reconnaît que dans cette période de quatre années, comme dans l'année 1875, si la température moyenne annuelle est à peu près la même à la partie supérieure dans les deux sols et peu différente de la température de l'air, à une certaine profondeur de $0^m,20$ à $0^m,60$, l'influence de la végétation qui couvre le sol se fait sentir sur la moyenne annuelle, qui est alors plus élevée sous le sol gazonné que sous le sol dénudé, de $0^o,3$ à $0^o,4$. On voit aussi qu'à $0^m,60$, sous le sol dénudé, à côté du câble qui donne la température à 1 mètre sous le sol, la température moyenne a été de $11^o,33$ quand elle a été de $11^o,43$ à 1 mètre, c'est-à-dire que la différence de température a été de $0^m,10$ pour les 40 centimètres de différence de niveau; mais il faut observer que cette différence tient non-seulement à la profondeur plus grande de la couche, mais encore à l'influence des eaux et aux causes qui peuvent modifier la température sous d'autres faibles épaisseurs.

» Ainsi l'on voit, d'après ces résultats, de même que d'après les observations des années précédentes, que la température a été en moyenne un peu plus élevée sous le sol gazonné que sous le sol dénudé, et en outre que sous le premier sol la température n'est pas descendue au-dessous de zéro; fait qu'il est important de prendre en considération pour se rendre compte de la conservation, sous les sols gazonnés et couverts de végétaux, des corps organisés et des racines des plantes qui sont sensibles à l'action de la gelée. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les allures comparées du thermomètre et du baromètre durant la tourmente de mars 1876*; par M. **Ch. Sainte-Claire Deville.**

« J'ai déjà fait voir depuis longtemps (1) qu'on peut considérer les deux courbes barométrique et thermométrique, pour une même localité, comme se composant de fragments sensiblement semblables, *mais non synchroniques*, de telle sorte qu'il suffit de déplacer l'une des courbes par rapport à l'autre d'un certain nombre de jours ou de fractions de jour, pour les rendre remarquablement parallèles. Seulement, cette quantité dont une des courbes doit être déplacée pour devenir parallèle à l'autre est variable. Après être restée constante pendant un temps quelquefois assez long, elle vient à varier

(1) *Comptes rendus*, t. LXVII, p. 574; *Nouvelles météorologiques*, t. I, p. 316; t. II, p. 6, 33, 60, 91, 119, 145, 174, 203, 260, 312; t. III, p. 64. — *Bulletin quotidien de l'Observatoire météorologique central de Montsouris* (1870-1872), *passim*.

brusquement, sous l'influence de causes encore inconnues. Elle est parfois de vingt-quatre heures, mais elle peut atteindre cinq ou six jours. Elle est moyennement de trois jours.

» J'ai déjà aussi fait ressortir comment cette propriété des deux courbes, combinée avec le retour périodique décemdiurne des variations de la température, pouvait être utilisée pour la prévision des abaissements ou des accroissements dans la température d'un lieu.

» On peut se demander si l'allure parallèle, à distance, des deux courbes persiste, même dans le cas où l'une d'elles subit des oscillations violentes et considérables. J'ai démontré qu'il en est ainsi, dans plusieurs de mes précédents Mémoires, où j'ai discuté des oscillations brusques qui se sont produites, soit dans la température, soit dans la pression; mais j'ai voulu me poser la question pour la dernière baisse du baromètre, qui a eu lieu du 10 au 12 de ce présent mois de mars, et qui a, comme on sait, amené de terribles bourrasques et de grands désastres sur une partie de l'Europe.

» Et d'abord, l'oscillation de la température, qui se manifeste invariablement, et dont le minimum tombe entre le 9 et le 13 du mois civil, s'est-elle produite? Le diagramme de la *fig.* 1 répond affirmativement. Les nombres qui le composent sont les moyennes (demi-somme des minima et des maxima diurnes) pour trois stations combinées, qui représentent parfaitement le climat de Paris. Ces trois stations sont le Parc-Saint-Maur (M. Renou); Versailles (M. Bérigny); le Grand-Montrouge (M. Seyti). En combinant ces trois moyennes en un seul nombre, on diminue l'amplitude de l'oscillation; mais on est assuré d'avoir éliminé toute influence accidentelle.

» Il suffit de jeter un coup d'œil sur la *fig.* 1 pour s'assurer que, du 6 au 12, il y a une courbe concave très-prononcée, dont le point le plus bas tombe le 10. Le résultat moyen de l'oscillation est, cette année, dans le sens d'une élévation de la température au-dessus de la moyenne. La moyenne du 6 présente, en effet, plus de 11 degrés, tandis qu'on peut évaluer très-sensiblement à 6 degrés la moyenne des trois stations pour cette fraction de l'année.

» En considérant cette figure, on ne peut s'empêcher d'être frappé du ressaut brusque que subit la température du 12 au 14; mais, si l'on examine comparativement les deux courbes du thermomètre et du baromètre, on s'explique parfaitement cet accident singulier de la température. C'est ce que j'ai cherché à faire ressortir dans la *fig.* 2.

» Cette figure contient deux courbes, la courbe barométrique pleine et la courbe thermométrique ponctuée. Elles s'appliquent toutes deux à la sta-

tion météorologique du Parc-Saint-Maur, où M. Renou, avec l'aide de son assistant, M. Cœurdevache, fait dix-neuf observations par jour, et en particulier les huit observations 1, 4, 7, 10 du matin; 1, 4, 7, 10 du soir, que

Fig. 1.

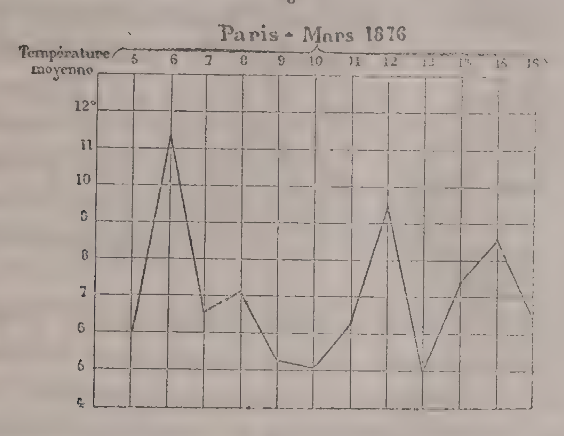
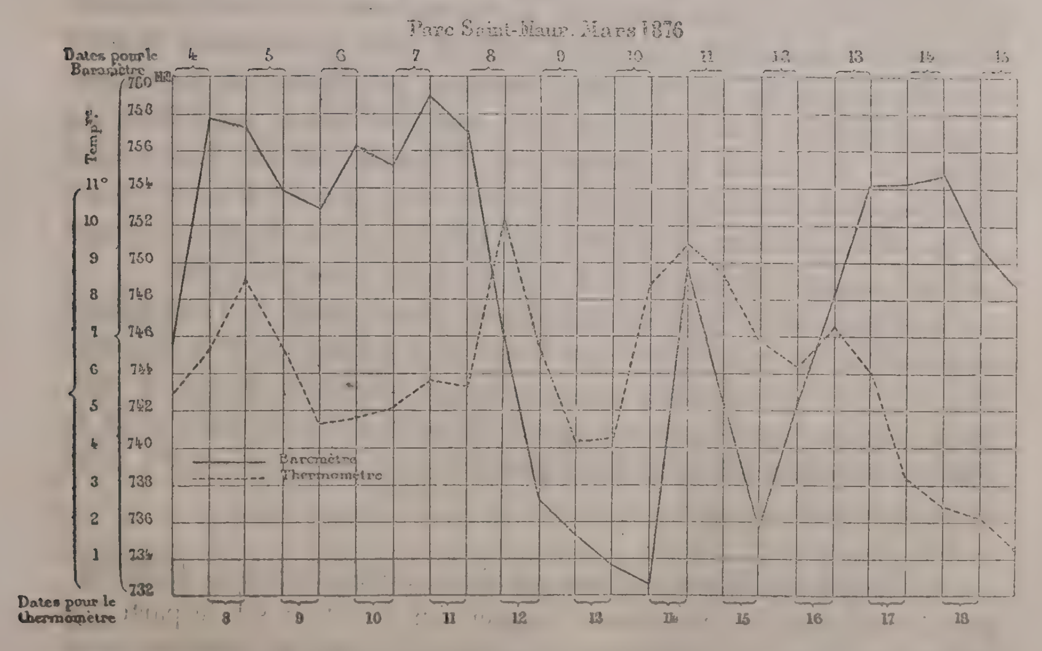



Fig. 2.




nous considérons, M. Renou et moi, comme la série trihoraire normale, parce qu'elle est incontestablement la plus avantageuse au point de vue de l'étude de la variation des éléments météorologiques.

» L'emploi de cette série trihoraire me permet d'obtenir, pour le baro-

mètre comme pour le thermomètre, deux ordonnées par jour. En effet, j'ai montré (*Bulletin quotidien*, autographié, *de l'Observatoire météorologique central de Montsouris*) que, lorsqu'on possède cette série pour une localité, on représente la moyenne (barométrique ou thermométrique) d'un mois, par exemple, aussi bien par la moyenne des quatre heures : 4, 7, 10 heures matin et 1 heure soir que par la moyenne des quatre autres heures 4, 7, 10 heures soir et 1 heure matin. Il en résulte que, lorsque deux de ces moyennes consécutives ne sont pas égales entre elles, leur variation représente très-bien la variation qui s'est opérée, dans la pression comme dans la température, dans l'intervalle de douze heures. On peut donc ainsi suivre, de douze heures en douze heures, la marche comparative du baromètre et du thermomètre.

» C'est ce que j'ai fait, pour la petite période dont il s'agit, d'après les nombres recueillis à la station du Parc-Saint-Maur. Seulement, et pour mieux faire saillir le parallélisme entre les deux courbes, j'ai immédiatement déplacé l'une d'elles, par rapport à l'autre, de la distance moyenne en temps qui sépare deux inflexions correspondantes. La courbe thermométrique est avancée de *trois jours et demi* sur celle du baromètre. Grâce à cette disposition, on voit très-bien comment le mouvement thermométrique du 8 au 12 était représenté trois jours à l'avance par l'allure du baromètre, et comment le relèvement de la température du 14 entre deux abaissements était très-fidèlement représenté trois jours et demi à l'avance par la vive oscillation du baromètre, qui, en moins de quarante-huit heures, a marqué 732 millimètres, puis 750 pour retomber à 736.

» L'analyse détaillée de ce mouvement remarquable de l'atmosphère montre donc : en premier lieu, que l'oscillation périodique de la température, du 9 au 13 mars, n'a pas manqué de se produire; en second lieu, que la loi du parallélisme non synchronique de la température et de la pression se réalise même dans les plus brusques variations de ces deux éléments météorologiques.

« M. le général **Morin**, à l'occasion de la Communication de M. Ch. Sainte-Claire Deville, croit devoir appeler son attention sur le parti que l'on pourrait tirer, pour des observations sur la marche du thermomètre et du baromètre, d'appareils chronométriques, donnant des indications continues. Il pense que les courbes que l'on obtiendrait ainsi permettraient de suivre, avec plus de sûreté que des observations faites à intervalles, les lois de variation des phénomènes.

» Il rappelle qu'en 1867 il a présenté à l'Académie un thermomètre électrique enregistreur basé sur les recherches de M. Becquerel, et au moyen duquel on avait pu observer avec continuité, pendant deux jours consécutifs, la marche des températures dans la grande cheminée de ventilation du Conservatoire des Arts et Métiers. Plusieurs des diagrammes ainsi obtenus ont été mis sous les yeux de l'Académie. »

« M. Ch. Sainte-Claire Deville, pour répondre au désir exprimé par M. le Général Morin, propose, dans une prochaine séance, de mettre sous les yeux de l'Académie quelques-unes des courbes continues obtenues, pour ce mouvement remarquable de l'atmosphère, au moyen d'appareils enregistreurs, et de montrer comment il n'a aucun intérêt, au point de vue où il se place dans ces études, à utiliser ces courbes elles-mêmes. »

MINÉRALOGIE. — *Remarque à propos de la dernière Communication de M.* Lockyer *sur de nouvelles raies du calcium;* par M. **Ch. Sainte-Claire Deville.**

« La curieuse expérience signalée par M. Lockyer dans sa Lettre à M. Dumas sur la propriété qu'aurait le calcium de présenter deux systèmes de raies distincts, suivant l'énergie des batteries qu'on lui applique, pourrait offrir aux minéralogistes un intérêt capital.

» En effet, dans la série de leçons que j'ai professées au Collége de France, et que j'ai résumées dans un *Essai sur la répartition des corps simples dans les substances minérales naturelles* (1), j'ai établi que les éléments électropositifs des combinaisons naturelles n'entrent pas indifféremment dans ces combinaisons; que quelques-uns de ces corps appartiennent, en quelque sorte, virtuellement, à un groupe de minéraux déterminé atomiquement et cristallographiquement, et sont, au contraire, toujours étrangers à d'autres groupes, même très-voisins; mais je montrais qu'il existe le plus souvent, entre deux groupes voisins, deux minéraux appartenant respectivement à chacun des deux groupes, et caractérisés par un même élément basique, jouant seul ce double rôle, et auquel j'ai donné le nom de *corps limite* ou *corps pivot*.

» Or, de tous les corps simples, c'est le calcium qui joue le plus ordinairement ce rôle singulier, ainsi qu'on peut s'en assurer, en parcou-

---

(1) *Comptes rendus*, t. LIV, p. 782, 880 et 949.

rant les exemples cités dans mon Mémoire (1). Cette propriété remarquable de pouvoir appartenir, à la fois, à des types différents est-elle liée, dans le calcium, à sa double manière d'être sous l'influence des dissociants? En sera-t-il de même pour le titane, le fer, etc., qui semblent aussi, dans la nature minérale, jouer, en quelque sorte, le rôle de Protées?

» Je soumets ces questions à l'attention de notre savant Correspondant. »

GÉOLOGIE. — *Expériences sur la schistosité des roches et sur les déformations des fossiles, corrélatives de ce phénomène; conséquences géologiques de ces expériences.* Note de M. **Daubrée**, première Partie. (Extrait.)

« Des observations faites dans des contrées diverses ont, depuis longtemps, appris que les plans de division ou de *clivage*, qui caractérisent les roches dites schisteuses, et auxquels correspond la propriété de se diviser en feuillets minces comme les ardoises, sont tout à fait distincts des plans de stratification. Un fait fondamental le prouve : c'est la régularité avec laquelle ces plans de clivage se poursuivent en restant toujours parallèles entre eux, même lorsque les couches qu'ils traversent sont fortement infléchies et ployées. Cette indépendance apprend, en outre, que les plans de clivage se sont produits, non-seulement après que les couches où ils se manifestent s'étaient déposées, mais encore lorsque ces couches avaient déjà perdu leur horizontalité, sous de puissantes étreintes.

» Un autre caractère, non moins essentiel, a été mis en évidence par des observations exactes et approfondies : c'est que la production du clivage, dans les terrains stratifiés, se montre en rapport d'une part avec les actions qui ont déformé les fossiles dans les mêmes couches; d'autre part, avec les axes de redressement et les grandes lignes de dislocation. Ainsi ce phénomène, selon toute probabilité, devait être attribué à des actions mécaniques.

» C'est pour soumettre cette idée au contrôle de l'expérimentation que des expériences ont été faites, il y a une quinzaine d'années, par M. Sorby, par M. Tyndall et par moi.

» Au clivage se rattache, dans les roches cristallisées, un caractère analogue que l'on a cru devoir désigner sous un nom particulier, celui de *foliation* ou de *lamination*. Les gneiss, les leptynites en présentent les

(1) Carbonates rhombiques et rhomboédriques; sulfates anhydres et hydratés; fluo et chloro-phosphates et arséniates (*apatites* et *wagnérites*), etc.

exemples les plus connus. La question qui nous occupe entre donc intimement dans l'histoire de roches très-variées et en même temps très-développées dans l'écorce terrestre.

» Les belles recherches expérimentales de M. Tresca (1) ont ouvert un horizon nouveau sur la connaissance des mouvements intérieurs qui se produisent, lorsque des corps solides se trouvent soumis à des pressions assez énergiques pour les déformer et les forcer à *s'écouler*, suivant l'expression hardie et juste employée par ce savant. Dans le désir de revenir à l'examen expérimental de l'importante question de la schistosité et de quelques faits qui se rattachent à cette texture, j'ai demandé à notre savant confrère de recourir à sa connaissance approfondie du sujet, et il a bien voulu m'accorder son concours de la manière la plus efficace, pour satisfaire au programme que je m'étais proposé. En lui témoignant ici l'expression de mes vifs remercîments, je tiens à l'offrir en même temps à M. Alfred Tresca, ingénieur civil.

» *Production du feuilleté.* — Les nouvelles expériences dont il va être rendu compte ont été exécutées, pour la plupart, avec la presse hydraulique qui a servi aux principales recherches de M. Tresca sur l'écoulement des solides (2). L'effort pouvait s'y élever jusqu'à 100 000 kilogrammes de pression totale exercée sur les plaques; mais on est toujours resté notablement au-dessous de cette force.

» L'argile sur laquelle on voulait expérimenter, après avoir été amenée à un degré de consistance convenable par la dessiccation, était placée entre des parois verticales de formes cylindriques ou prismatiques. Par suite de la pression qu'un piston exerçait sur elle, cette argile était forcée de s'écouler de bas en haut, sous la forme d'un jet, entre les bords d'une ouverture de section moindre, pratiquée dans une matrice métallique.

» On a fait successivement varier dans leur forme et dans leur disposition l'argile soumise à la pression et l'orifice par lequel elle s'écoulait.

» 1° Dans une première série d'expériences, le cylindre était circulaire et l'orifice, également circulaire, était concentrique au cylindre. Les diamètres de ces deux cylindres étaient de 10 et de 2 centimètres, c'est-à-dire dans le rapport de 5 à 1; les sections et, par conséquent, la vitesse du piston et celle du jet étaient dans celui de 25 à 1.

» En se servant d'argile plastique de Montereau, mélangée de sable

---

(1) *Mémoires des Savants étrangers*, t. XVIII, p. 733, t. XX, p. 75; 1872.

(2) Mémoire précité, t. XVIII, p. 746.

quartzeux fin, on a obtenu une texture feuilletée, ou, plus exactement, une texture fibreuse des mieux caractérisées. De l'argile que l'on avait mélangée de paillettes de mica, au lieu de quartz, a fourni le même résultat. Ces paillettes manifestent une tendance évidente à se diriger parallèlement au jet; leurs plans sont orientés de diverses manières, mais disposés de façon à produire, comme dans le premier cas, des couches concentriques à la surface cylindrique du jet. La texture obtenue dans ces deux expériences rappelle, par son aspect, la texture d'une tige de bois de dicotylédone avec ses couches annuelles; elle reproduit la texture de certaines roches que l'on a qualifiées de fibreuses (en allemand *flaese rig*).

» 2° En faisant écouler l'argile micacée par un orifice rectangulaire, placé au centre du cylindre vertical, on a obtenu une texture qui diffère de la précédente. Comme dans le premier cas, les paillettes de mica se placent en totalité parallèlement à l'axe d'écoulement, la plupart parallèles à la grande face, d'autres, en beaucoup plus petit nombre, parallèles à la petite face du rectangle de la section.

» 3° Afin d'éviter que la matière afflue de tous les points de la masse cylindrique vers le centre, et pour simplifier le phénomène, on a remplacé le cylindre circulaire des expériences précédentes par un prisme rectangulaire; puis on a produit l'écoulement entre les lèvres d'un orifice également rectangulaire, dont la largeur était précisément celle du prisme de terre. Le rapport des sections était cette fois de 10 à 1.

» L'argile sableuse et surtout l'argile mélangée en proportions variables de paillettes de mica ont acquis une schistosité des mieux caractérisées; les feuillets sont parallèles à la grande face du jet.

» On a mélangé à l'argile, non-seulement du mica en petites paillettes, mais aussi en lames carrées de 4 à 5 millimètres de côté. Ces dernières sont venues se placer avec une régularité plus grande encore que les paillettes dans le plan précité, c'est-à-dire parallèlement à la grande face du jet.

» Ces diverses pâtes feuilletées artificielles rappellent complétement, dans l'aspect de leur cassure, certaines roches naturelles, phyllades quartzifères, schistes micacés et micaschistes.

» De l'argile non mélangée de sable ou de mica se comporte de même et produit une schistosité d'autant plus fine que la matière se divise elle-même en particules plus ténues.

» Des cristaux autres que ceux de mica s'alignent régulièrement dans ce mode d'écoulement. Ainsi, quand à la pâte on ajoute successivement de petites

tiges cylindriques, et, à défaut de cristaux de feldspath sanidine, isolés et suffisamment minces, de petites plaques de plomb de même forme, les unes et les autres se dirigent parallèlement au jet. Les plaques en forme de feldspath se placent à peu près en totalité parallèlement à la schistosité, à laquelle elles contribuent par conséquent pour leur part.

» *Déformation des fossiles en corrélation avec la schistosité des roches.* — Les déformations considérables et variées que présentent les trilobites, les brachiopodes et en général les fossiles renfermés dans les roches schisteuses peuvent guider dans la recherche des forces auxquelles les roches enveloppantes ont été soumises.

» Un second type, non moins fréquent que les changements de courbures, est représenté par les bélemnites de diverses localités des Alpes, qui ont été tronçonnées et dont les segments se sont plus ou moins écartés. Ces faits ont été remarqués depuis longtemps, dans quelques parties du massif du mont Blanc et dans diverses localités des Alpes suisses et françaises.

» Pour compléter la démonstration expérimentale de la schistosité, il convenait donc de reproduire aussi ces déformations diverses de fossiles qui paraissent corrélatives du premier phénomène et lui servir de témoins permanents.

» Lorsqu'un têt n'a pas plus d'épaisseur que celui d'un trilobite, il n'est pas difficile de le déformer en l'empâtant dans de l'argile que l'on soumet ensuite à une pression.

» Quant aux fossiles à têts épais, on arrive à les déformer, mais en les enchâssant préalablement dans une masse qui offre plus de cohérence que l'argile, par exemple dans du plomb.

» La résistance d'une bélemnite ordinaire était trop grande pour qu'on pût la tronçonner au milieu de l'argile, au moins dans les conditions de pression dont on pouvait disposer. Pour remédier à cette difficulté et obtenir une rupture sous un moindre effort, on a taillé dans de la craie une série de cônes très-allongés, ayant la forme d'une bélemnite ordinaire. Ce sont ces imitations de bélemnites en craie qui ont été l'objet d'une série d'expériences dans lesquelles on a fait varier, d'une part, la consistance de l'argile, d'autre part son mode d'écoulement ou d'écrasement.

» Je n'exposerai pas dans cet extrait comment ces cônes de craie ont toujours été tronçonnés et écartés dans ces diverses épreuves.

» Il était à supposer que les bélemnites proprement dites se comporte-

raient comme les cônes de craie de même forme, qui n'en différaient que par une moindre cohésion.

» Plusieurs expériences par voie d'écrasement ont été faites sur des bélemnites (*belemnites niger*), qui avaient été enchâssées très-exactement, au moyen du moulage, dans une masse de plomb en forme de parallélépipède. La pièce de plomb était chaque fois soumise à une pression d'environ 50 000 kilogrammes. On a obtenu ainsi des bélemnites tronçonnées dont les fragments sont plus ou moins espacés et qui, par conséquent, ont augmenté de longueur, exactement comme les types naturels que l'on avait en vue. L'échantillon que je mets sous les yeux de l'Académie, comparé à l'état initial qui est représenté par un moulage, montre bien le changement qui s'est produit. Quelques-uns des tronçons se sont allongés en s'écrasant.

» *Observations théoriques sur les conditions dans lesquelles peut se produire la schistosité.* — Jusqu'à présent, la texture schisteuse des roches n'avait été imitée artificiellement qu'au moyen d'une pression exercée perpendiculairement au plan de schistosité. Or, dans les expériences qui forment l'objet de la présente Communication, on voit naître un feuilleté des mieux caractérisés sous des conditions différentes; car les feuillets s'y produisent, et cela pour des bandes de plusieurs mètres de longueur, *dans le sens même de la pression et du mouvement.*

» C'est un résultat qui trouvera son application dans l'histoire des roches schisteuses cristallines, particulièrement dans celles, à feuillets à peu près verticaux, qui occupent le centre de beaucoup de massifs montagneux.

» Ces mêmes expériences conduisent aussi à une explication théorique différente de celle qui était généralement admise.

» Un corps incomplétement solide, ou doué d'une certaine plasticité, étant soumis à une pression assez énergique pour le forcer à s'écouler dans le sens suivant lequel il rencontre le moins de résistance, se comporte à peu près comme le ferait un liquide très-visqueux. Dans ce mouvement, les molécules voisines ne marchent pas uniformément; les différentes vitesses qu'acquièrent ainsi les molécules contiguës les font *glisser* les unes sur les autres. De là un alignement prononcé, des éléments de formes diverses, cristaux, lamelles aplaties ou particules microscopiques.

» On voit donc que c'est à tort que certains géologues ont voulu distinguer d'une part le clivage, d'autre part l'alignement des cristaux connu sous le nom de *foliation* ou de *lamination;* ces deux caractères remarquables

dérivent de la même cause et l'expérience les produit dans des conditions identiques et simultanément : nous les comprenons sous le nom unique de *schistosité*.

» Cette texture schisteuse ou feuilletée, conséquence directe d'un glissement, offre nécessairement une situation en rapport avec le mode et la direction de son écoulement, ainsi qu'on le constate pour les diverses dispositions successivement employées dans les expériences. Ce fait est également à prendre en considération dans l'étude de l'agencement des roches.

» Il n'est pas nécessaire que la masse plastique soit mélangée de parties *visiblement* différentes pour acquérir la texture schisteuse. Une même substance, tout en étant chimiquement homogène, peut ne pas l'être dans sa constitution physique, par exemple dans son degré de cohésion. C'est ce qui paraît arriver en général, même dans des corps, comme le plomb métallique, dont l'uniformité d'aspect ne ferait pas soupçonner de semblables différences (1).

» En outre, dans les expériences faites par voie d'écoulement, aussi bien que dans celles de compression directe, on voit qu'il suffit d'un trajet très-court, de quelques centimètres à peine, pour que les particules s'alignent et qu'un feuilleté très-régulier se manifeste.

» D'ailleurs des mouvements relatifs très-lents paraissent devoir conduire à ce résultat aussi bien que les mouvements relatifs rapides.

» L'examen microscopique des masses feuilletées artificiellement contribue encore à les assimiler aux roches feuilletées naturelles. Des sections très-minces pratiquées perpendiculairement aux feuillets sur ces pâtes, soit après une simple dessiccation à la température ordinaire, soit après une calcination au rouge, montrent des feuillets minces qui se dessinent par des teintes différentes et qui se contournent exactement autour des grains quartzeux, à la manière de ce qui arrive dans les micaschistes pour les feuillets de mica qui enveloppent chaque grenat.

» Ce qui ajoute encore à leur ressemblance avec les roches naturellement feuilletées, c'est la manière dont ces produits d'expérience se comportent dans la conductibilité de la chaleur, soit à l'état cru, soit après la cuisson. M. Jannettaz, qui a bien voulu, à ma prière, en soumettre quelques-uns à l'expérience, y a reconnu, sur les tranches des feuillets et même dans leur

(1) Cela résulte d'une expérience faite par M. Tresca sur un cylindre de plomb. (Mémoire précité, p. 77, *fig.* 1, et 79.)

plan, une série d'ellipses analogues, par la dimension relative de leurs axes, à celles qui se dessinent sur les schistes naturels.

» Il importe de remarquer que toutes les actions d'écoulement ou d'écrasement qui ont imité l'écartement des bélemnites ont en même temps produit le feuilleté dans l'argile qui enveloppait ces corps.

» On a de plus reconnu que, pour que la masse enveloppante ne pénètre pas entre les tronçons, même sous forme de bavures, il faut que cette masse ne soit plus pâteuse, mais à peu près à l'état solide.

» Dans une prochaine séance, j'aurai l'honneur de soumettre à l'Académie les conséquences que l'on peut tirer des expériences dont il vient d'être rendu compte, pour l'intelligence de l'histoire des roches schisteuses et de leurs relations avec certains mouvements généraux, particulièrement dans les massifs montagneux qui présentent la structure dite *en éventail*. »

PHYSIOLOGIE. — *Reproduction de l'Amblystome, observée au Muséum.* Note de M. BLANCHARD.

« L'*Amblystome* du Mexique, forme adulte des *Axolotls*, vient de pondre, pour la première fois, dans la ménagerie du Muséum.

» Le fait a une importance considérable, car il met à néant les idées qui ont pu surgir relativement à la stérilité de Batraciens parvenus à l'état adulte, qui se montrent d'une extrême fécondité, tant qu'ils demeurent dans la condition de larves. On n'a pas oublié les études de M. Aug. Duméril sur les Axolotls. Ces Batraciens, pourvus de branchies, se multipliant d'une façon très-ordinaire, semblaient avoir pris leur forme définitive; en raison de cette croyance, on les classait dans un groupe particulier: les *Pérennibranches*. En 1865, M. A. Duméril vit des Axolotls perdre leurs branchies et se transformer comme se transforment les larves des Tritons et des Salamandres; ils étaient devenus des Amblystomes, ainsi qu'on désignait, depuis longtemps, des Batraciens dont on ne connaissait pas encore les métamorphoses. Pendant plus de dix ans, ces animaux ne manifestèrent aucune aptitude à la reproduction.

» A l'automne de 1874, fut installée la nouvelle ménagerie du Muséum; alors on s'efforça d'offrir aux animaux des situations variées, afin qu'ils pussent suivre les penchants de leur nature; dès ce moment, les Amblystomes ont mené une vie plus active. M. L. Vaillant, appelé, au mois d'août dernier, comme professeur du Muséum, à la direction de la ménagerie des

Reptiles, a pris tous les soins imaginables en vue de l'observation des phénomènes biologiques; c'est ainsi qu'il vient d'obtenir la reproduction des Amblystomes. Il se propose de suivre, avec toute l'attention possible, les phases du développement des larves qui, sans doute, ne tarderont point à éclore.

» Dès aujourd'hui, nous avons la preuve que le Batracien, successivement Axolotl et Amblystome, ne se sépare nullement de la catégorie de beaucoup d'animaux à sang froid qui, étant capables de se reproduire dans un âge peu avancé, ne cessent pas néanmoins d'être féconds lorsqu'ils sont complétement adultes. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Suite des observations des protubérances solaires pendant le second semestre de* 1875. Lettre du **P. Secchi** à M. le Secrétaire perpétuel.

« Rome, ce 22 mars 1876.

» J'ai l'honneur de présenter à l'Académie la continuation des observations des protubérances solaires faites au Collége Romain pendant le second semestre de 1875 (voir le tableau ci-contre, page 718). Elles font suite à celles qui ont été publiées précédemment (*Comptes rendus*, t. LXXXI, p. 563).

» Les tableaux se rapportent à sept rotations solaires; ils renferment les dates du commencement de chaque rotation. Les jours d'observation pour chaque rotation, le nombre des protubérances et la surface des taches sont consignés dans le tableau suivant :

| ROTATIONS. | DATE du commencement. | PROTUBÉRANCES. | | | | TACHES. | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Nombre des protubérances. | | Jours des observ. | Nombre divisé par les jours. | Numéros des groupes. | Superficie. | Jours des observ. | Nombre divisé par les jours. |
| | | Sud. | Nord. | | | | | | |
| LVI...... | 29 juin 1875. | 15 | 34 | 10 | 4,9 | 6 | 100 | 19 | 5,3 |
| LVII..... | 26 juillet. | 64 | 60 | 22 | 5,6 | 5 | 113 | 23 | 4,9 |
| LVIII.... | 23 août. | 72 | 59 | 18 | 7,3 | 7 | 100 | 24 | 4,2 |
| LIX...... | 19 septembre. | 29 | 24 | 7 | 7,5 | 5 | 73 | 13 | 5,6 |
| LX....... | 17 octobre. | 38 | 31 | 11 | 6,3 | 7 | 228 | 15 | 15,2 |
| LXI...... | 13 novembre. | 21 | 25 | 8 | 5,7 | 5 | 73 | 11 | 6,6 |
| LXII..... | 11 décembre. | 37 | 30 | 13 | 5,2 | 8 | 104 | 15 | 6,9 |

» L'unité de longueur sur les dessins est partout le mètre, ce qui équivaut à 8 secondes. L'unité de superficie est un carré dont le côté équivaut à 8 secondes.

*Résumé des observations des protubérances du 29 juillet 1875 au 6 janvier 1876.*

| ROTATIONS. | HÉMISPHÈRE NORD. | | | | | | | | | HÉMISPHÈRE SUD. | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 90° à 80° | 80° à 70° | 70° à 60° | 60° à 50° | 50° à 40° | 40° à 30° | 30° à 20° | 20° à 10° | 10° à 0° | 0° à 10° | 10° à 20° | 20° à 30° | 30° à 40° | 40° à 50° | 50° à 60° | 60° à 70° | 70° à 80° | 80° à 90° |
| **Nombre général des protubérances.** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LVI | . | . | . | 3 | 2 | 1 | 2 | 4 | 3 | 3 | 6 | 4 | 4 | 4 | 11 | . | 1 | . |
| LVII | . | . | 3 | 13 | 6 | 3 | 14 | 13 | 12 | 3 | 11 | 3 | 5 | 3 | 30 | 2 | 1 | 2 |
| LVIII | . | 6 | 6 | 18 | 6 | 10 | 8 | 12 | 6 | 3 | 7 | 9 | 4 | 11 | 18 | 6 | . | 1 |
| LIX | 1 | 1 | 1 | 4 | 5 | 4 | 4 | 4 | 5 | 1 | . | 3 | 5 | 7 | 5 | 2 | . | 1 |
| LX | 3 | 1 | . | 8 | 2 | 4 | 6 | 9 | 5 | 2 | 2 | 1 | 3 | 5 | 12 | 5 | 1 | . |
| LXI | . | 1 | 1 | 6 | 4 | . | 4 | 4 | 1 | 6 | 2 | 2 | 2 | 4 | 7 | 2 | . | . |
| LXII | 3 | 1 | 2 | 8 | 5 | 2 | 5 | 7 | 4 | 2 | 9 | 2 | 2 | 3 | 10 | 1 | . | 1 |
| Totaux | 7 | 10 | 13 | 60 | 30 | 24 | 43 | 53 | 36 | 20 | 37 | 24 | 25 | 37 | 93 | 18 | 3 | 5 |
| **Nombre des protubérances de 64″ et au-dessus.** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LVI | . | . | . | . | . | . | . | 1 | 1 | . | . | . | . | . | 2 | . | . | . |
| LVII | . | . | . | 1 | 1 | . | 1 | . | . | . | 1 | . | . | . | 4 | . | . | . |
| LVIII | . | . | . | 6 | 1 | . | 2 | 3 | . | . | . | 2 | . | 3 | 3 | 1 | . | . |
| LIX | . | . | . | 1 | 3 | 2 | 2 | . | 1 | . | . | . | 2 | 4 | . | . | . | . |
| LX | . | . | . | 3 | 1 | 1 | 4 | . | . | 1 | . | . | . | . | . | . | . | . |
| LXI | . | . | . | 1 | 1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | . | . | . |
| LXII | . | . | . | . | . | . | 3 | . | . | . | 2 | 1 | . | 1 | . | . | . | . |
| Totaux | . | . | . | 12 | 7 | 3 | 12 | 4 | 2 | 1 | 3 | 3 | 2 | 8 | 10 | 1 | . | . |
| **Hauteur des protubérances.** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LVI | . | . | . | 5,2 | 4,0 | 6,0 | 4,5 | 4,8 | 6,0 | 4,0 | 4,7 | 4,5 | 4,8 | 4,6 | 5,8 | . | 5,0 | . |
| LVII | . | . | 5,0 | 5,3 | 5,0 | 4,2 | 5,3 | 4,5 | 4,2 | 4,3 | 4,8 | 4,5 | 4,6 | 4,0 | 5,2 | 5,0 | 4,0 | 4,5 |
| LVIII | . | 4,2 | 4,5 | 6,5 | 5,3 | 4,9 | 5,8 | 6,2 | 4,4 | 4,7 | 4,1 | 6,0 | 4,7 | 6,0 | 5,4 | 4,2 | . | 4,0 |
| LIX | 4,0 | 4,0 | 3,0 | 6,7 | 11,7 | 6,5 | 6,5 | 3,8 | 6,3 | 4,0 | . | 4,0 | 7,1 | 7,6 | 5,3 | 5,0 | . | 4,0 |
| LX | 5,0 | 4,0 | . | 6,8 | 7,0 | 6,7 | 8,1 | 4,6 | 4,3 | 6,5 | 4,5 | 6,0 | 5,7 | 5,1 | 4,8 | 5,0 | 4,0 | . |
| LXI | . | 4,0 | 4,0 | 6,1 | 6,0 | . | 4,5 | 5,5 | 5,0 | 4,3 | 4,5 | 5,5 | 6,0 | 4,8 | 5,9 | 4,0 | . | . |
| LXII | 5,3 | 4,0 | 4,5 | 4,7 | 5,7 | 5,0 | 7,6 | 5,3 | 4,1 | 6,0 | 6,1 | 6,0 | 4,5 | 6,0 | 5,0 | 6,0 | . | 6,0 |
| Moyennes | 4,8 | 4,8 | 4,2 | 5,9 | 6,4 | 5,5 | 6,0 | 4,9 | 4,9 | 4,8 | 4,8 | 5,2 | 5,3 | 5,4 | 5,3 | 4,9 | 4,3 | 4,6 |
| **Largeur.** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LVI | . | . | . | 6,2 | 4,5 | 7,0 | 6,0 | 8,1 | 6,5 | 4,7 | 6,6 | 5,7 | 5,6 | 5,0 | 5,6 | . | 4,0 | . |
| LVII | . | . | 4,3 | 5,6 | 5,3 | 4,2 | 4,9 | 5,2 | 4,8 | 3,3 | 5,1 | 5,5 | 5,6 | 5,7 | 5,7 | 4,5 | 8,0 | 2,0 |
| LVIII | . | 9,5 | 6,0 | 5,3 | 4,5 | 4,7 | 5,0 | 5,0 | 4,7 | 3,0 | 4,8 | 5,2 | 4,2 | 5,6 | 5,2 | 5,5 | . | 10,0 |
| LIX | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 5,5 | 6,1 | 3,1 | 5,2 | 3,3 | 6,8 | 10,0 | . | 5,2 | 3,5 | 5,1 | 4,7 | 4,0 | . | 10,0 |
| LX | 1,7 | 2,0 | . | 5,6 | 6,0 | 3,5 | 7,8 | 3,9 | 3,3 | 1,5 | 7,5 | 5,0 | 3,7 | 2,6 | 4,4 | 4,7 | 2,0 | . |
| LXI | . | 2,0 | 10,0 | 4,8 | 5,5 | . | 1,7 | 5,5 | 4,0 | 4,7 | 3,5 | 5,0 | 3,5 | 4,3 | 4,2 | 4,0 | . | . |
| LXII | 10,7 | 2,0 | 4,5 | 3,9 | 3,7 | 3,5 | 3,8 | 2,7 | 6,1 | 5,5 | 5,1 | 4,3 | 6,5 | 4,3 | 4,2 | 5,0 | . | 2,0 |
| Moyennes | 7,5 | 5,1 | 6,9 | 5,2 | 5,1 | 4,3 | 4,9 | 4,8 | 5,2 | 4,7 | 5,4 | 5,1 | 4,7 | 4,7 | 4,8 | 4,6 | 4,7 | 6,0 |
| **Aire moyenne.** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LVI | . | . | . | 34,2 | 18,0 | 42,0 | 25,0 | 40,3 | 46,0 | 18,7 | 33,5 | 26,2 | 27,5 | 23,5 | 34,3 | . | 20,0 | . |
| LVII | . | . | 21,3 | 30,8 | 26,5 | 18,5 | 26,9 | 23,7 | 20,1 | 14,0 | 26,2 | 24,5 | 26,6 | 23,0 | 30,4 | 22,5 | 32,0 | 9,0 |
| LVIII | . | 39,0 | 25,7 | 36,4 | 24,7 | 22,6 | 27,6 | 31,0 | 20,4 | 13,7 | 18,7 | 34,7 | 19,7 | 35,7 | 29,6 | 23,0 | . | 40,0 |
| LIX | 40,0 | 40,0 | 30,0 | 42,5 | 62,3 | 23,5 | 35,5 | 11,6 | 44,6 | 40,0 | . | 21,0 | 26,0 | 38,4 | 26,6 | 20,0 | . | 40,0 |
| LX | 9,0 | 8,0 | . | 40,0 | 42,0 | 24,0 | 67,7 | 18,1 | 14,6 | 8,5 | 35,0 | 30,0 | 22,3 | 13,7 | 21,6 | 23,5 | 8,0 | . |
| LXI | . | 8,0 | 40,0 | 31,8 | 37,2 | . | 7,5 | 31,5 | 20,0 | 20,6 | 16,0 | 27,5 | 18,5 | 18,6 | 25,5 | 16,0 | . | . |
| LXII | 32,7 | 8,0 | 22,0 | 19,9 | 22,1 | 17,5 | 29,0 | 14,1 | 25,6 | 33,0 | 32,2 | 42,0 | 30,0 | 28,7 | 21,3 | 30,0 | . | 12,0 |
| Moyennes | 27,2 | 20,6 | 27,8 | 33,7 | 33,2 | 24,7 | 31,3 | 24,3 | 27,3 | 21,2 | 26,9 | 29,4 | 24,4 | 25,9 | 27,0 | 22,5 | 20,0 | 25,2 |
| **Étendue des facules en degrés de la circonférence.** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LVI | . | . | . | . | . | . | 8,0 | 5,4 | 5,9 | 2,5 | 7,0 | . | . | . | . | . | . | . |
| LVII | . | . | . | . | 4,0 | . | 3,0 | 4,6 | 5,3 | 2,5 | 6,1 | 3,0 | . | . | . | . | . | . |
| LVIII | . | . | . | . | . | . | . | 4,3 | 6,3 | 2,0 | 4,4 | 5,2 | 6,0 | . | . | . | . | . |
| LIX | . | . | . | . | . | . | . | 6,3 | 5,0 | 3,0 | 8,7 | 2,0 | . | . | . | . | . | . |
| LX | . | . | . | . | . | . | 3,2 | 6,4 | 4,5 | 6,6 | 4,0 | 7,5 | . | . | . | . | . | . |
| LXI | . | . | . | . | . | . | 1,5 | 6,5 | 4,8 | 4,3 | 4,7 | 6,0 | . | . | . | . | . | . |
| LXII | . | . | . | . | . | . | 2,0 | 2,1 | 5,0 | 3,6 | 3,7 | 3,5 | . | . | . | . | . | . |
| Moyennes | . | . | . | . | 4,0 | . | 3,5 | 5,1 | 5,2 | 3,5 | 5,5 | 4,5 | 6,0 | . | . | . | . | . |

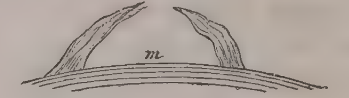
» Dans la précédente Communication, j'ai déjà constaté la grande diminution d'activité solaire dans laquelle nous nous trouvons actuellement. Elle persiste encore dans les rotations enregistrées dans la présente Note, et même dans les mois suivants de l'année 1876. C'est une période de minimum prolongée : le minimum absolu n'est pas atteint, et nous ne pouvons pas encore le fixer; nous voyons, en effet, se succéder des oscillations très-marquées. En certains jours il ne se présentait que deux ou trois protubérances; le jour suivant, on en observait dix ou douze. L'activité solaire semble se produire soudainement, et l'apparition d'une tache paraît donner le signal d'émanations diffuses sur le bord entier.

» Une circonstance très-remarquable caractérise la période actuelle : les flammes hydrogéniques sont habituellement *droites,* bien qu'elles atteignent souvent 2 et même 3 minutes. C'est une particularité à laquelle nous avions fait grande attention dans le passé. Nous avons dressé une statistique des protubérances, et nous les avons classées d'après leur direction, en accompagnant du signe + celles qui étaient dirigées vers les pôles, et du signe — celles qui se dirigeaient vers l'équateur. Dans l'année 1872 et dans les années suivantes, la direction dominante était celle des pôles, comme on peut le vérifier dans nos Communications à l'Académie : cette prédominance de direction a diminué progressivement avec le nombre, et elle est, en ce moment, annulée; ainsi nous avons observé que des filets, ayant à peine quelques secondes de largeur, pouvaient atteindre jusqu'à 2 minutes de hauteur en ligne parfaitement droite. Le nombre des jets droits, mais moins élevés, est très-considérable, et l'on peut dire qu'une inclinaison systématique est une exception.

» Les conséquences auxquelles conduisent ces recherches sont très-importantes : 1° il est évident que, du moment que nous avons signalé l'inclinaison des protubérances, nous ne nous sommes pas fait illusion, car le mode d'observation n'a pas changé, et les observateurs sont restés les mêmes; 2° il est prouvé par là que dans l'atmosphère solaire domine actuellement une grande tranquillité qui permet à ces colonnes si légères de se soulever à une hauteur de 60 diamètres terrestres et plus, sans s'infléchir. Si les colonnes sont larges, il se produit au sommet un épanouissement en tous sens, admirable de légèreté et de symétrie. L'inclinaison et les tourmentes des jets hydrogéniques constatées autrefois étaient donc dues à des courants qui les entraînaient vers les pôles.

» Comme il ne s'est présenté qu'un petit nombre de taches, les éruptions

ont été rares; les taches de grandes dimensions ont toujours été précédées et suivies d'éruptions. Les taches escortées d'autres petites taches ont été suivies également par des séries d'éruptions très-vives, mais très-basses. La figure ci-jointe représente une forme de protubérances qui se soutient



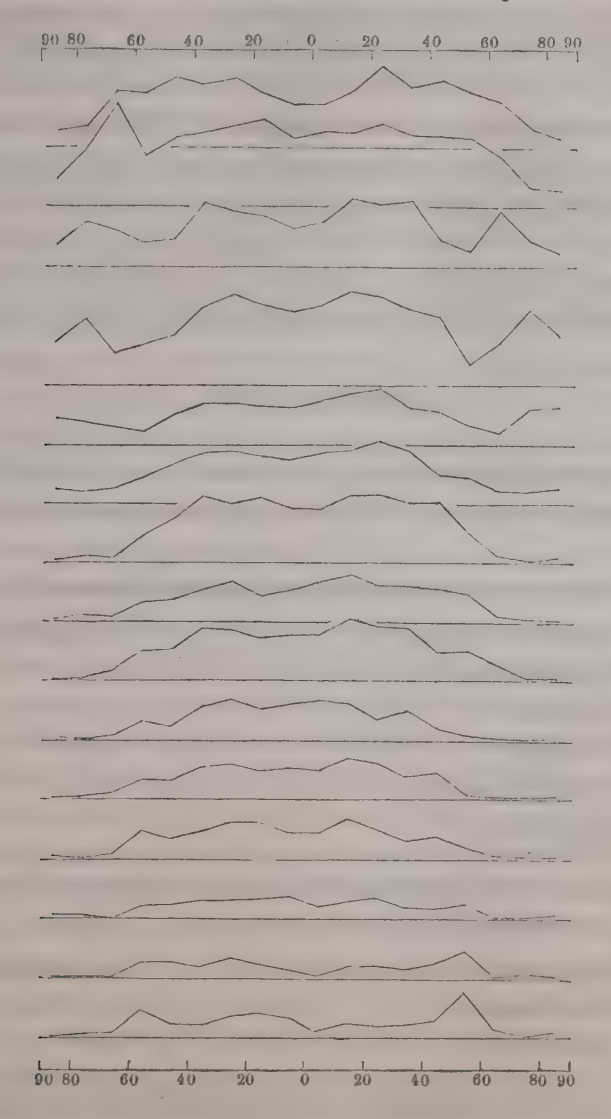

encore et donne des courbes de profil; elle est constituée de deux cornes opposées l'une à l'autre : cela paraît indiquer que le milieu *m* est le siége d'une action absorbante ou aspirante; c'est probablement un tourbillon léger formé dans l'atmosphère supérieure à la photosphère et à la chromosphère.

*Nombre de protubérances observées de 5 en 5 rotations.*

| | HÉMISPHÈRE NORD. | | | | | | | | | HÉMISPHÈRE SUD. | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 90° à 80° | 80° à 70° | 70° à 60° | 60° à 50° | 50° à 40° | 40° à 30° | 30° à 20° | 20° à 10° | 10° à 0° | 0° à 10° | 10° à 20° | 20° à 30° | 30° à 40° | 40° à 50° | 50° à 60° | 60° à 70° | 70° à 80° | 80° à 90° |
| Périodes de M. Respighi 1re... | 26 | 35 | 94 | 93 | 115 | 103 | 116 | 92 | 68 | 72 | 95 | 135 | 98 | 110 | 91 | 76 | 33 | 14 |
| Périodes de M. Respighi 2e... | 50 | 102 | 175 | 86 | 116 | 126 | 138 | 146 | 118 | 125 | 123 | 140 | 123 | 119 | 110 | 86 | 32 | 24 |
| Périodes de M. Respighi 3e... | 38 | 76 | 60 | 42 | 46 | 104 | 96 | 82 | 62 | 74 | 118 | 102 | 108 | 44 | 22 | 84 | 46 | 22 |
| Rotations : | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| I à V..... | 77 | 111 | 54 | 69 | 84 | 127 | 157 | 133 | 125 | 139 | 158 | 150 | 133 | 113 | 39 | 73 | 130 | 83 |
| VI X..... | 44 | 38 | 28 | 22 | 50 | 67 | 70 | 77 | 71 | 78 | 89 | 96 | 68 | 56 | 33 | 17 | 58 | 62 |
| XI XV.... | 25 | 22 | 27 | 44 | 69 | 82 | 90 | 82 | 74 | 88 | 92 | 106 | 93 | 48 | 44 | 21 | 19 | 25 |
| XVI XX... | 5 | 7 | 9 | 47 | 75 | 114 | 104 | 112 | 96 | 93 | 114 | 115 | 103 | 102 | 50 | 9 | 3 | 7 |
| XXI XXV . | 4 | 7 | 11 | 35 | 40 | 54 | 68 | 47 | 57 | 71 | 82 | 68 | 64 | 55 | 48 | 11 | 5 | 3 |
| XXVI XXX.. | 1 | 3 | 17 | 48 | 52 | 88 | 85 | 73 | 79 | 79 | 104 | 95 | 94 | 49 | 49 | 27 | 4 | 4 |
| XXXI XXXV. | . | 3 | 12 | 34 | 24 | 57 | 71 | 59 | 62 | 69 | 67 | 43 | 53 | 23 | 10 | 5 | 2 | 3 |
| XXXVI XL.... | 1 | 2 | 11 | 31 | 33 | 54 | 61 | 51 | 56 | 54 | 67 | 60 | 39 | 41 | 7 | 4 | 1 | 3 |
| XLI XLV... | 5 | 1 | 12 | 47 | 35 | 50 | 64 | 63 | 46 | 45 | 72 | 50 | 29 | 37 | 18 | 5 | 1 | 1 |
| XLVI L..... | 4 | 3 | 1 | 20 | 22 | 31 | 30 | 32 | 38 | 19 | 29 | 37 | 19 | 16 | 22 | 1 | . | 3 |
| LI LV... . | 2 | 2 | 2 | 26 | 27 | 19 | 34 | 26 | 16 | 6 | 23 | 24 | 16 | 24 | 44 | 1 | 2 | 1 |
| LVI LX.... | 4 | 8 | 10 | 46 | 21 | 22 | 34 | 42 | 31 | 12 | 26 | 20 | 21 | 30 | 76 | 15 | 3 | 4 |

» La chromosphère dans cette période est très-basse à l'équateur, mais par contre elle atteint plusieurs fois aux pôles une grande hauteur, elle arrive souvent à 24 et 30 secondes. Cette élévation aux pôles ne nous surprend pas. Nous avons déjà vu, dès le commencement de nos observations, le siége de l'activité se déplacer de l'équateur vers les pôles d'une manière sensible, et le maximum secondaire se fixer justement aux pôles. En réunissant nos rotations par groupe de cinq et en construisant les courbes de

la fréquence des protubérances, on remarque que le globe solaire paraît couvert de grandes vagues très-variables qui se déplacent continuellement et manifestent une tendance très-accentuée vers les pôles.




» Pour mieux suivre la marche de ces vagues, nous avons eu recours aux études de M. Respighi, qui se rapportent à trois périodes d'environ six mois, dont l'une précède nos observations. En les disposant comme nos courbes, on vérifie d'un coup d'œil le phénomène que nous avons énoncé. La hauteur de la chromosphère aux pôles, constatée actuellement, ne serait

que l'effet du déplacement vers les pôles des maxima qui, dans le dernier semestre de 1875, étaient entre 50 et 60 degrés de latitude.

» Ces vues sont très-intéressantes; mais, pour les confirmer convenablement, il faut encore prolonger les observations, ce que nous chercherons à faire, autant que cela sera possible, dans notre Observatoire. J'ajouterai que, ma santé m'ayant empêché de faire moi-même les observations, la plupart ont été effectuées par mon collègue, le P. Ferrari. J'avais constaté que sa manière d'apprécier les formes et les dimensions était devenue sensiblement la même que la mienne. Le spectroscope employé était construit avec un réseau de M. Rutherfurd, en métal de miroir, et deux lunettes de Merz servaient de collimateur et d'analyseur. J'ai déjà mentionné ailleurs la grande netteté et la précision des images fournies par cet instrument. »

## NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Géométrie, en remplacement de feu M. *Le Besgue.*

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 53,

| | | |
|---|---|---|
| M. Borchardt obtient. . . . . . . . . . | 25 | suffrages. |
| M. Spottiswoode . . . . . . . . . . . . . | 21 | » |
| M. Catalan. . . . . . . . . . . . . . . . | 3 | » |
| M. Brioschi. . . . . . . . . . . . . . . . | 2 | » |
| M. l'abbé Aoust. . . . . . . . . . . . . | 1 | » |

Il y a un bulletin blanc.

Aucun des candidats n'ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, il est procédé à un second tour de scrutin :

| | | |
|---|---|---|
| M. Spottiswoode obtient . . . . . . . | 26 | suffrages. |
| M. Borchardt . . . . . . . . . . . . . . | 25 | » |
| M. Catalan . . . . . . . . . . . . . . . | 1 | » |

Aucun des candidats n'ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, il est procédé à un troisième tour de scrutin :

| | | |
|---|---|---|
| M. Spottiswoode obtient. . . . . . . . | 28 | suffrages. |
| M. Borchardt » . . . . . . . . . | 24 | » |

M. **Spottiswoode**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

## RAPPORTS.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Rapport sur un Mémoire de M.* E. Bourgoin, *présenté à l'Académie sous le titre de « Recherches dans la série succinique ».*

(Commissaires : MM. Cahours, Berthelot rapporteur.)

« L'Académie nous a chargés, M. Cahours et moi, d'examiner un travail présenté par M. Bourgoin, professeur agrégé à l'École de Pharmacie, et relatif à l'étude de la série succinique.

» L'acide succinique est l'un des composés les plus intéressants de la Chimie organique, tant par ses caractères propres et par la simplicité de sa composition que par les composés dont il dérive ou qui peuvent être formés par son intermédiaire.

» Obtenu d'abord par la distillation du succin, et déjà connu au moyen âge, l'acide succinique fut retrouvé depuis dans divers végétaux; on sait que M. Pasteur l'a rencontré même dans le vin et parmi les produits accessoires de la fermentation alcoolique.

» Sa formation artificielle fut d'abord obtenue par l'oxydation des corps gras et du blanc de baleine, c'est-à-dire par la destruction de composés plus compliqués; mais c'est à MM. Piria et Dessaignes que nous devons les premières expériences qui ont établi des relations simples entre l'acide succinique et les composés organiques renfermant le même nombre d'équivalents de carbone; ils ont préparé l'acide succinique en 1847 et 1850, tant en oxydant l'acide butyrique par l'acide nitrique, qu'en réduisant le malate de chaux et l'asparagine, autre dérivé malique, par la fermentation. L'acide succinique se trouvait ainsi rattaché, d'une part, à l'acide butyrique, vis-à-vis duquel il offre les mêmes relations que l'acide oxalique à l'égard de l'acide acétique; et, d'autre part, à l'acide malique, l'un des acides organiques les plus importants et les plus répandus dans la végétation. Les travaux de MM. Dessaignes, Schmitt et Kekulé, il y a seize ans, donnèrent une netteté et une généralité plus grande à ces relations, en établissant que l'action réductrice de l'acide iodhydrique transforme à volonté l'acide tartrique en acide malique, et l'acide malique en acide succinique. Ces trois acides ne diffèrent les uns des autres que par une proportion décroissante d'oxygène. Disons encore que l'un de nous, par une action réductrice plus énergique du même agent, a transformé récemment l'acide succinique en acide butyrique : ce qui complète le cycle des métamorphoses.

» C'est ainsi que l'on fut conduit à la synthèse des acides malique et tartrique, réalisée en 1860 au moyen des dérivés bromés de l'acide succinique, par MM. Perkin et Duppa, l'une des plus belles découvertes de notre temps; car elle a montré comment les acides naturels contenus dans les végétaux peuvent être changés les uns dans les autres et même formés synthétiquement.

» La synthèse totale de ces trois corps dépendait dès lors de celle de l'acide succinique, qui fut elle-même effectuée par M. Maxwell Simpson, au moyen de l'éthylène et de son dérivé cyanique.

» Nous n'avons pas l'intention de retracer ici l'histoire complète de ces découvertes, non plus que celle des travaux dont l'acide succinique a été l'objet; mais les renseignements qui précèdent nous ont paru nécessaires pour bien marquer la place de l'acide succinique et l'importance des travaux dont il peut être l'objet. Ceux de M. Bourgoin ajoutent, à notre avis, un grand nombre de faits importants et nouveaux à l'histoire théorique et pratique de l'acide succinique.

» En effet, M. Bourgoin a étudié les conditions dans lesquelles on peut changer directement l'acide succinique en acide malique, acide que l'on obtient aussi par la déshydratation de l'acide malique. L'examen de ces conditions l'a conduit à la découverte de deux acides nouveaux, les acides oxymaléique et dioxymaléique, corps bien définis, nettement cristallisés, et dont l'existence étend sur ce point le domaine de la théorie.

» Cette découverte se rattache elle-même à celle de l'acide tribromosuccinique, et à l'étude de ses dérivés, parmi lesquels l'auteur signale un nouveau bromure d'éthylène bromé, isomérique avec deux corps déjà connus, et dont la formation fournit une nouvelle vérification des relations entre l'acide succinique et l'éthylène.

» En résumé, M. Bourgoin a apporté de nombreuses et importantes contributions à l'étude de la série succinique; il a enrichi la Science d'observations nombreuses, exécutées avec beaucoup de sagacité, de soin et de précision, et exposées avec une grande clarté d'idées et de style.

» Nous proposons à l'Académie de donner son approbation au Mémoire de M. Bourgoin, et de vouloir bien en autoriser l'insertion dans le *Recueil des Savants étrangers*. »

Les conclusions de ce Rapport sont mises aux voix et adoptées.

## MÉMOIRES LUS.

VITICULTURE. — *Emploi du coaltar et des sulfocarbonates contre le Phylloxera*; par M. DE LA VERGNE.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« En 1873 et 1874, j'eus l'honneur de faire à l'Académie une Communication sur l'application par badigeonnage de substances diverses telles que le coaltar et ses dérivés, pour empêcher le Phylloxera de communiquer entre le sol et l'atmosphère par la tige des ceps, et d'accomplir les conditions nécessaires de sa reproduction et de ses migrations aériennes.

» Je viens aujourd'hui lui rendre compte de l'étude soutenue que j'ai faite de ce moyen pendant ces dernières années et l'entretenir d'une expérimentation qui a eu lieu en Médoc avec le sulfocarbonate de potassium, ainsi que d'une application de sulfocarbonates alcalins dont je fais actuellement l'essai.

» J'ai étudié le coaltar au triple point de vue de son influence sur la santé du cep, sur la qualité du vin et sur la circulation des insectes.

» A la suite d'expériences que j'ai faites, seul ou avec le concours et le contrôle de viticulteurs et d'œnologues compétents, parmi lesquels je citerai les Drs Azam, Plumeau, Raffaillac et M. de Georges, il a été reconnu que, *là où la conservation de bourgeons n'est pas utile*, le coaltar appliqué sur le bois, même décortiqué, n'est nuisible ni à la plante, ni à ses produits, et qu'il s'oppose au cheminement des insectes sur les systèmes supérieur et inférieur de l'arbuste. J'ai remarqué et j'affirme que le feuillage, les fleurs et les fruits sont toujours plus intacts sur les ceps badigeonnés que sur les autres. La Commission de l'Académie a donc eu raison de conseiller l'emploi du coaltar pour le badigeonnage des ceps.

» Les insectes qui ont l'habitude d'hiverner dans le sol au pied des souches et des échalas, ou à l'abri des vieilles écorces des tiges et des branches, ainsi que ceux qui rampent sur la terre pour passer d'une plante à une autre, trouvent dans le coaltar et les substances analogues, convenablement placés, un grand obstacle à leur circulation, soit vers les rameaux, soit vers les racines.

» L'effet de ce moyen, soit curatif, soit préventif contre le Phylloxera en particulier, n'est pas encore suffisamment constaté. Je ne saurais démontrer aujourd'hui que sous l'influence du coaltar la population phylloxé-

rienne établie sur les racines d'un cep a été diminuée, ou qu'elle n'a pu être ravivée par la reproduction aérienne de l'insecte. Je ne saurais davantage indiquer une vigne qui, ayant été badigeonnée, soit restée indemne au milieu de vignes non badigeonnées devenues malades.

» Les vignes qui ont été traitées jusqu'ici sous ma direction, notamment en mars 1875, à Saint-Loubès et à Bègles (Gironde), pourront, là ou ailleurs, j'espère, nous éclairer définitivement dans le courant de cette année. J'ai décrit le badigeonnage que je pratique dans mes précédentes Communications à l'Académie, à la Société centrale d'Agriculture de France, à celle de la Gironde et dans des publications déjà nombreuses (1).

» Les découvertes de M. Balbiani et les constatations conformes de M. Boiteau (2) sont venues justifier la conviction qui m'avait conduit à la pratique du badigeonnage. Il y a là un motif tout-puissant désormais pour la viticulture d'en faire au moins l'essai.

» De tous les moyens proposés pour détruire le Phylloxera sur les racines, le sulfure de carbone est celui qui a le plus vivement agité l'opinion publique. M. le baron Thenard en fit sous mes yeux, à Floirac (Gironde), en 1869, une application qu'on n'a pas oubliée. Le sulfure de carbone tua les insectes, mais il tua aussi en partie les ceps de vigne. Les Phylloxeras tués ne revinrent pas à la vie, tandis que quelques ceps reprirent une végétation nouvelle.

» Il s'agissait dès lors de trouver le moyen de rendre le sulfure de carbone inoffensif pour la vigne sans diminuer sa puissance contre le Phylloxera.

» M. Dumas l'a tenté heureusement avec les sulfocarbonates alcalins. Voici les résultats d'une expérimentation qui a été faite à Ludon-Médoc, sur ma demande à M. le Ministre de l'Agriculture, par les soins de M. Mouillefert, avec la direction de M. Dumas lui-même et sous les yeux de M. le Préfet et des principales notabilités viticoles de la Gironde.

» Il a été constaté :

» 1° Qu'en moins de quinze heures la dissolution de sulfocarbonate de

---

(1) En mars et avril, la vigne étant taillée et profondément déchaussée, on coaltare au gros pinceau la tige dépouillée de ses vieilles écorces à partir des racines jusqu'à plusieurs centimètres au-dessus du point où le chaussage devra ramener la terre. Le surplus du vieux bois, décortiqué ou non, est badigeonné avec un lait de chaux, seul ou en mélange. Le coût par hectare de 3000 ceps est de 45 à 60 francs.

(2) A la suite des études de M. Balbiani sur le Phylloxera du chêne, M. Boiteau a trouvé des œufs du *Phylloxera vastatrix* ailé sur le haut des ceps, et M. Balbiani y a trouvé l'œuf du Phylloxera sexué, appelé par lui *œuf d'hiver*.

potassium, à la dose de 45 grammes (1) dans 45 litres d'eau, avait pénétré dans le sol jusqu'à la couche naturellement humide, qui était alors, dans ce terrain, à 70 centimètres de profondeur;

» 2° Que des Phylloxeras en très-grande quantité et des œufs en quantité moindre avaient été détruits (2);

» 3° Qu'une nouvelle végétation très-active, productrice de nombreux sarments et de plus nombreuses radicelles, s'était manifestée dans la vigne traitée, tandis que les vignes malades, dans les mêmes conditions de site, de terrain, de cépages, d'âge, de taille et de culture, n'avaient présenté aucun signe de végétation nouvelle;

» 4° Qu'un grand nombre des nouvelles radicelles furent envahies par le Phylloxera, mais que la plupart en furent préservées jusqu'à l'époque de l'engourdissement de l'insecte et que les Phylloxeras se montrèrent, de juin à novembre, bien moins nombreux sur les vignes opérées que sur celles qui n'avaient pas reçu de sulfocarbonate.

» M. Robart a eu l'idée très-ingénieuse d'emprisonner par injection le sulfure de carbone pur dans des morceaux de bois où il le retient au moyen d'un enduit dont il les revêt et desquels il le délivre en les piquant avec une aiguille sur deux ou trois points d'une de leurs faces. Il place ces *mitrailleuses*, qui coûtent 3 centimes chacune, sur divers points du cube de terre où se trouve le système radiculaire d'un cep.

» J'ai proposé et je fais en ce moment l'essai de végétaux verts, menus branchages, bruyères, joncs et autres substances végétales préalablement injectés de sulfocarbonates alcalins, que j'étends dans le sol de la même façon que les litières ordinaires injectées de purin. Je donne ainsi deux prisons au lieu d'une au sulfure de carbone, et je fournis à la vigne lentement un aliment et un insecticide. J'aurai l'honneur d'exposer prochainement à l'Académie le *modus agendi* de ce procédé et les résultats que j'en aurai obtenus, en lui faisant connaître en même temps ceux qu'aura

---

(1) La profondeur du sol et sa nature auraient exigé 100 grammes de sulfocarbonate. On sait aujourd'hui que la vigne n'en aurait pas souffert; mais, à cette époque, M. Dumas n'en avait pas la conviction, et, comme les ceps étaient en pleine végétation, il a conseillé de ne pas dépasser la dose de 45 grammes.

(2) Il est à remarquer que le traitement des vignes de Ludon a eu lieu au mois de juin, au moment même où je venais d'y reconnaître le Phylloxera. L'insecte était donc depuis deux mois en pleine activité et produisait de nombreuses pontes. Effectuée en mars ou avril, l'opération n'aurait eu à détruire que des Phylloxeras et peu ou point d'œufs, puisque jusqu'ici on n'en a pas trouvé sous terre pendant l'hiver.

donnés le sulfocarbonatage, opéré en vue de mettre à profit la présence de beaucoup d'eau de pluie et l'absence presque totale d'acide carbonique, dans certains sols, vers la fin de l'hiver.

» Je m'étendrai aussi plus longuement sur l'expérimentation faite à Ludon, en rapportant à l'Académie les suites qu'elle aura eues cet hiver et qui deviendront appréciables durant la saison qui commence.

» Je dirai enfin ce que j'aurai obtenu de mes efforts pour augmenter l'efficacité et diminuer les frais du sulfocarbonatage des vignes, et pour rendre ce procédé, ce que j'espère fermement qu'il deviendra bientôt, un moyen de salut pour la viticulture et l'un des meilleurs titres de la Science à la vénération et à la reconnaissance publiques. »

## MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Théorie analytique des mouvements des satellites de Jupiter*. Mémoire de M. **Souillart**. (Extrait.)

(Commissaires : MM. Liouville, Faye, Puiseux.)

« Le Mémoire que j'ai l'honneur de soumettre aujourd'hui au jugement de l'Académie est, en grande partie, le résumé de ceux que je lui ai déjà présentés sur la même question, et de celui que j'ai publié antérieurement dans les *Annales scientifiques de l'École Normale supérieure*, 1$^{re}$ série, t. II; mais il contient, en outre, des résultats nouveaux qui me paraissent importants.

» Dans les Mémoires précédents, je n'avais fait que confirmer par la méthode de la *variation des arbitraires*, et sans y rien ajouter d'essentiel, la théorie analytique des satellites de Jupiter telle qu'on la trouve dans la *Mécanique céleste;* ce travail ne pouvait dès lors avoir d'autre utilité que celle d'être d'une lecture plus facile et de pouvoir indirectement servir de commentaire à certains passages de cette théorie, où Laplace a négligé de justifier son procédé et que Bowditch n'est pas parvenu à éclaircir.

» Il résulte de mes recherches nouvelles qu'il existe, contrairement à l'assertion de Laplace, dans les inégalités des longitudes et des rayons vecteurs des trois premiers satellites, des termes considérables dépendant du carré et même du cube de la force perturbatrice. Ces termes modifient notablement les coefficients des grandes inégalités. Au lieu des nombres

$$5050'',59, \quad 11920'',67, \quad 808'',20$$

que Laplace donne pour les longitudes, il faut prendre, si l'on admet les

mêmes valeurs des éléments, les nombres

$$5004'',8, \quad 11415'', \quad 698'',1.$$

J'ajoute que les termes des ordres supérieurs seraient encore bien plus considérables si l'on n'avait pas, dès la première approximation, eu égard au déplacement rapide des périjoves.

» En coordonnant, dans une rédaction d'ensemble, toutes ces études partielles, j'ai eu pour but d'offrir aux astronomes une théorie analytique complète du mouvement de ces satellites, pouvant servir de base à une nouvelle détermination des éléments et à la construction de nouvelles Tables. »

PHYSIQUE. — *Résultats des mesures actinométriques au sommet du mont Blanc.* Note de M. **J. Violle**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

(Renvoi à la Commission du prix Bordin.)

« Les expériences que j'ai exposées dans ma dernière Communication (1) m'ont conduit aux résultats suivants :

» De la forme de nos formules empiriques et de la fidélité avec laquelle elles traduisent les résultats, il résulte que, V étant la vitesse de réchauffement que le thermomètre éprouve à la température $\theta$ sous l'action des rayons incidents et U la vitesse de refroidissement qu'il aurait à cette même température $\theta$ si l'on interceptait l'action de la source, on a, pour chaque série d'expériences,

$$V + U = \text{const.}$$

» M. Desains a remarqué qu'il devait en être ainsi; en outre « cette » somme constante représente l'action de la source, et si on la multiplie » par la valeur en eau de la portion du thermomètre qui s'échauffe, on a » l'expression numérique de la quantité de chaleur qui tombe sur l'ou» verture d'admission. »

» La valeur en eau M de la portion du thermomètre qui s'échauffe a été soigneusement déterminée : on l'a mesurée par des expériences de refroidissement, et sur un thermomètre tout semblable à ceux employés, et qui s'était rompu accidentellement à la naissance de la tige. On a trouvé dans les deux cas $M = 0^{gr},222$.

» La quantité de chaleur reçue en 1 minute par centimètre carré de surface

(1) *Comptes rendus*, séance du 20 mars 1876.

était donc dans nos expériences $\frac{(V+U)\,0,222}{S}$, S désignant la surface d'un grand cercle de la boule thermométrique, ce qui donne :

| | | V + U. | Chaleur reçue en 1 minute par centimètre carré. |
|---|---|---|---|
| | | o | U |
| Le 16 août, à $10^h\,22^m$ | à la cime du mont Blanc... | 6,552 | 2,392 |
| | au glacier des Bossons..... | 5,540 | 2,022 |
| Le 17 août, à $10^h\,40^m$ | aux Grands-Mulets....... | 5,635 | 2,057 |
| | au glacier des Bossons..... | 4,978 | 1,817 |

V + U est l'excès $\tau$ qu'accuserait au bout de 1 minute, sous l'influence de la radiation solaire, un thermomètre entièrement soustrait au refroidissement. D'après la formule de Bouguer, adoptée par Pouillet, on devrait avoir

$$\tau = ap^{\varepsilon},$$

$a$ étant la constante solaire, $\varepsilon$ l'épaisseur de la couche d'air traversée par les rayons et $p$ un paramètre dépendant de l'état de l'atmosphère.

» On peut avantageusement, comme je l'ai déjà indiqué, substituer à cette formule la suivante :

$$\text{(A)} \qquad \tau = ap^{\frac{H+(Z-z)Kf}{760}\varepsilon},$$

qui se réduirait à la précédente si la pression barométrique H était égale à 760, et si la tension actuelle de la vapeur d'eau $f$ était nulle dans toute la colonne d'air qui s'étend du point où l'on observe et dont la cote est $z$ jusqu'à la hauteur Z, où l'on n'a plus à s'occuper de la vapeur d'eau. La valeur moyenne de $f$ dans toute cette colonne est généralement inconnue; mais, lorsqu'on a à sa disposition des observations faites à des niveaux très-différents, on peut estimer cette valeur avec une approximation très-grande dans certaines conditions, et ces conditions se trouvaient réunies d'une manière exceptionnelle le 16 août : le ciel était superbe et l'air absolument calme au sommet du mont Blanc comme à sa base. Les expériences faites en cette journée et en celle du lendemain permettent de déterminer toutes les constantes de la formule (A). On trouve ainsi

$$a = 6^{\circ},958,$$

valeur singulièrement voisine du nombre trouvé par Pouillet, $6^{\circ},72$. Il en résulte pour la quantité de chaleur tombant pendant 1 minute sur 1 centimètre carré, à la limite de l'atmosphère,

$$Q = 2^{U},540,$$

l'unité de chaleur étant toujours rapportée au gramme et au degré centigrade; ce dernier nombre Q est très-supérieur à celui de Pouillet.

» Si, à l'aide de la formule (A), nous calculons $\tau$ pour les Grands-Mulets et pour la cote de Paris, au moment auquel se rapportent nos observations de la cime, nous pourrons dresser le tableau suivant pour le 16 août 1875, à $10^h 22^m$ :

| | Altitude. | $H\varepsilon$ | $(Z-z)Kf\varepsilon$ | $\tau$ | $q$ | $\frac{q}{Q}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | m | | | o | | |
| Limite de l'atmosphère.... | » | 0 | 0 | 6,958 | 2,540 | 1 |
| Cime du mont Blanc..... | 4810 | 541,8 | 309,3 | 6,552 | 2,392 | 0,94 |
| Grands-Mulets........... | 3050 | 672,2 | 964,8 | 6,199 | 2,262 | 0,89 |
| Glacier des Bossons...... | 1200 | 832,9 | 2393,3 | 5,540 | 2,022 | 0,79 |
| Cote de Paris............ | 60 | 956,0 | 4481,0 | 4,780 | 1,745 | 0,68 |

$H\varepsilon$ est l'influence de l'air, $(Z-z)Kf\varepsilon$ l'influence de la vapeur d'eau : on voit combien ce dernier effet est considérable et quelle perte il en résulte dans les basses régions pour la quantité de chaleur reçue $q$.

» Dans une prochaine Communication, j'indiquerai les conséquences qui résultent de cette étude pour la température probable du Soleil. »

PHYSIQUE. — *Vitesse du flux thermique dans une barre de fer.* Mémoire de M. C. DECHARME. (Extrait.)

(Renvoi à la Section de Physique.)

« Pour étudier expérimentalement la vitesse de propagation de la chaleur dans une barre métallique, je note, de minute en minute, les températures de différents points de cette barre, pendant ses périodes d'échauffement et de refroidissement, et je construis des courbes représentant le phénomène.

» Je me sers d'une barre de fer bien homogène, de 1 mètre de longueur, à section carrée de 21 millimètres de côté, comme celle de Despretz. Des trous de 14 millimètres de profondeur et de 6 millimètres de diamètre ont été pratiqués dans cette barre et sont espacés de 20 centimètres les uns des autres et de chacune des extrémités. Des thermomètres à court réservoir, construits simultanément, donnant des indications au dixième de degré, sont placés dans ces trous remplis de mercure ou de fer porphyrisé. La barre repose sur les arêtes de deux prismes en liége. Un brûleur à gaz sert de source de chaleur sensiblement constante. Un large écran protége les thermomètres contre le rayonnement de la source. La température de la

salle est prise à 20 centimètres (sous écran) et à 3 mètres de la barre. Le temps est mesuré à l'aide d'une montre ou d'un métronome battant la seconde.

» Voici les résultats de l'une des expériences. Les quatre thermomètres marquaient au début 7°,3. La source de chaleur était placée exactement à l'extrémité de la barre.

» Le flux thermique a atteint :

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Le premier thermomètre placé à 20ᶜ au bout de 1ᵐ environ. | | | | | |
| Le deuxième | » | » | 40 | » | 4,5 |
| Le troisième | » | » | 60 | » | 10 |
| Le quatrième | » | » | 80 | » | 16 |

» Ces derniers chiffres, qui diffèrent peu de 1, 4, 9, 16, montrent que la *vitesse du flux thermique* paraît être *en raison inverse du carré des distances* des thermomètres à la source de la chaleur; cette loi a été vérifiée en faisant varier les conditions expérimentales.

» La période stationnaire est atteinte pour les quatre thermomètres respectivement au bout de 150 minutes, 190 minutes, 220 minutes et 250 minutes. On a néanmoins continué à chauffer encore jusqu'à 300 minutes. Les thermomètres marquaient alors 98°,8, 42°,7, 23° et 15°,2; c'est-à-dire que les excès de température de ces instruments sur celle de l'air ambiant (9°,5) étaient : 89°,3, 33°,2, 13°,5 et 5°,7. Le brûleur a été retiré et les thermomètres ont commencé bientôt à baisser; ce n'est que 200 minutes après le retrait de la source de chaleur qu'ils ont atteint sensiblement la température de l'air ambiant, laquelle d'ailleurs n'a pas varié de plus de 2 degrés pendant toute la durée de l'expérience.

» La marche de chaque thermomètre est représentée par une courbe spéciale formée de trois parties, correspondant aux trois phases du phénomène : échauffement, état stationnaire et refroidissement. La dernière partie de la courbe relative au premier thermomètre a été rabattue sur la première partie : elles sont loin de coïncider. L'arc qui représente la période de refroidissement a une courbure moins prononcée que celle d'échauffement, c'est-à-dire que la vitesse de refroidissement est plus lente que celle d'échauffement. D'ailleurs, en construisant par les tangentes les vitesses d'un certain nombre de points de la courbe correspondant à des temps espacés de cinq en cinq minutes, on peut tracer la courbe des vitesses. Alors la différence des vitesses d'échauffement et de refroidissement devient encore plus frappante.

» Avec les données numériques, j'ai construit les courbes qui marquent

au même instant soit les températures des quatre thermomètres, soit leurs excès sur celle de l'air ambiant. On a ainsi un système de courbes synchrones qui représentent, de dix minutes en dix minutes, l'*onde thermique* se propageant dans la barre métallique.

» Au moyen de ce canevas, nous avons résolu cette question générale : *Trouver la température d'un point quelconque de la barre métallique au bout d'un temps déterminé de l'une des périodes d'échauffement ou de refroidissement et même dans l'état stationnaire.*

» En résumé, cette première partie de nos recherches fait connaître à tout instant la marche de la chaleur dans une barre de fer, pendant les périodes d'échauffement et de refroidissement, pour les points où les thermomètres sont implantés dans cette barre; il en résulte que le refroidissement est plus lent que l'échauffement.

» Elle donne le moyen de trouver la vitesse du flux thermique en un point quelconque de la barre et à une époque quelconque du phénomène soumis à l'expérience.

» Elle contient la loi suivante : Les temps que met le flux thermique à atteindre les différents points d'une barre de fer sont directement proportionnels aux carrés des distances de ces points à l'extrémité chauffée; en d'autres termes, *les vitesses du flux thermique sont inversement proportionnelles aux carrés des distances.*

» Enfin elle permet de déterminer, par une construction graphique, la température, à un moment quelconque, d'un point donné de la barre, situé entre le premier et le quatrième thermomètre. »

PHYSIQUE. — *Étude de la lumière stratifiée.* Mémoire de M. **Neyreneuf.** (Extrait.)

(Commissaires : MM. Dumas, Jamin.)

« En partant de nos expériences, relatives à l'action de l'électricité sur les flammes et les gaz, on peut admettre qu'il existe, dans un tube de Geissler, traversé par des décharges, deux forces qui tendent à imprimer à la masse gazeuse interne un mouvement vibratoire.

» La faible distance des nœuds et des ventres en rapport avec la vitesse de propagation du son se trouve expliquée par des expériences de M. Regnault, aussi bien que par les résultats de MM. Nyland et Cazin, sur la durée de l'étincelle.

» Des stries doivent apparaître toutes les fois que les conditions théo-

riques du mouvement vibratoire se trouveront satisfaites. Nous avons pu ainsi produire des stratifications, avec l'électricité des machines ordinaires, avec les courants d'induction Leyde électriques, avec des décharges latérales.

» En appliquant notre théorie à l'examen des particularités les plus importantes que l'on observe avec la bobine de Ruhmkorff, nous sommes parvenu à en rendre un compte satisfaisant. Nous donnons notamment une explication de la formation de l'espace noir vers le fil négatif et des expériences si curieuses de M. Faye.

» Enfin nous avons retrouvé, dans l'étude de la combustion des mélanges détonants, les caractères les plus importants des stratifications électriques. Il est donc permis d'assimiler les deux séries de phénomènes au point de vue de la cause qui les produit. »

PALÉONTOLOGIE. — *Les Éléphants du mont Dol; essai d'organogénie du système des dents mâchelières du Mammouth.* Note de M. SIRODOT.

(Renvoi à l'examen de M. Gervais.)

« J'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie une série considérable de molaires d'Éléphants fossiles, choisies dans la riche collection provenant du gisement du mont Dol. Toutes les molaires s'y trouvaient représentées avec des variations accusant deux écarts progressifs du type considéré comme caractéristique de l'*Elephas primigenius*. De ces deux écarts, l'un, par les plissements de la lamelle d'émail et la réduction de l'épaisseur des coins de cément interposé entre les collines, conduit à l'*Elephas indicus*; l'autre, par l'accroissement relatif de l'épaisseur des coins de cément et la plus grande épaisseur d'un émail non plissé, à l'*Elephas antiquus*.

» Sept semaines de travaux, exécutés depuis le 1er septembre 1875 jusqu'au 20 octobre suivant, ont enrichi la collection de 75 échantillons.

» Avec ce complément, les deuxième, troisième, quatrième et cinquième molaires inférieures et supérieures se trouvent représentées à tous les degrés de développement et d'usure, depuis le moment où les lamelles d'émail se rejoignent et se soudent au collet de la racine, sur les faces latérales internes et externes, jusqu'à la réduction de la dent à un chicot constitué par la base de la dernière racine, et les sixièmes, à des états correspondants, mais seulement jusqu'à l'usure du $\frac{1}{3}$ ou des $\frac{2}{5}$ du volume total de la couronne.

» Pour donner une idée nette de la succession des phénomènes, je ferai

connaître l'état de la dent à quatre phases principales de sa durée. Ces phases correspondent : la première à la période du développement où les collines se soudent par la base; la seconde, au moment où la surface de trituration atteint le sommet antérieur de la couronne; la troisième, à l'usure de la couronne jusqu'au collet de la première racine; la quatrième à l'usure de la couronne jusqu'au sommet de la dernière racine.

» *Première phase.* — Comme le début de la formation de l'ivoire et de l'émail apparaît au sommet des lames ou collines dentaires, le *minimum* d'ossification compatible avec la conservation des échantillons est l'état suivant : la couronne de la dent est constituée dans sa partie fondamentale représentée par les collines réunies seulement à leur base, consolidées par les lamelles d'émail qui les recouvrent sur toute leur surface et viennent se terminer en un très-mince biseau à la limite du collet de la racine; au-dessous de ce point, il n'existe qu'une très-fine pellicule superficielle d'ivoire, il n'y a pas encore de racines, les espaces intercollinaires sont libres; le cément commence à se montrer sous forme d'écailles très-minces à la surface des collines antérieures; les collines sont creuses, la cavité largement ouverte à leur base, mais la paroi d'ivoire offre une épaisseur progressivement atténuée de la première à la dernière; enfin les limites inférieures des collines se trouvent sur une surface concave qui s'élève presque jusqu'au sommet de la face antérieure, pour les premières molaires, tandis que, en arrière, elle ne remonte que médiocrement.

» A cet état, le bulbe dentaire n'est encore que fort peu modifié; il se compose d'une région basilaire principale et de prolongements lamellaires s'élevant de sa face externe. La partie basilaire est arquée, à concavité externe, et l'arc se compose de deux branches inégales; la branche antérieure longue, étroite, progressivement atténuée en avant, à courbure prononcée, s'élevant jusqu'aux deux tiers de la hauteur de la face antérieure; la branche postérieure plus courte, plus large, de faible courbure et ne remontant guère au delà du tiers de la hauteur de la face postérieure. La forme et la courbure des deux branches de l'arc varient avec le rang de la molaire, suivant qu'elle est inférieure ou supérieure.

» Les prolongements lamellaires ne sont rigoureusement parallèles que dans la région moyenne, le premier et le dernier se trouvant dans le prolongement des branches de l'arc formé par la partie basilaire. Les premiers et les derniers divergent à la base, s'incurvent dans leur moitié supérieure en sens divers; et, pour les premiers, le sens de l'incurvation deviendra caractéristique des molaires inférieures et supérieures. Ces prolongements

lamellaires du bulbe sont inégaux; les extrêmes plus ou moins rudimentaires suivant le rang et le volume de la dent, le dernier souvent unilatéral et alors situé du côté interne, d'où résultera un mode de différentiation des molaires gauches et droites; les autres croissant rapidement à partir des extrêmes pour atteindre un *maximum* commun à d'autant plus de lames que la molaire est d'un ordre plus élevé.

» A ces prolongements du bulbe correspondent autant de collines dentaires également variables dans la hauteur; et, comme la variation est régulière, il en résulte que toutes doivent être également comptées quand il s'agit d'établir sur leur nombre une formule dentaire.

» Ces lamelles du bulbe ne sont pas entières; chacun des lobes est luimême dentelé avec un nombre de dents variant en raison inverse de l'épaisseur. Ces divisions et subdivisions rendent compte des aspects divers de la surface de trituration; elles expliquent surtout l'étranglement régulier des collines qui s'observe fréquemment au tiers de la largeur de la dent. Le cément n'est bien développé que sur cette partie de la dent; il commence à se montrer sous la forme de petites écailles adhérentes au sommet des collines et, peu à peu, forme une couche mince étroitement appliquée sur l'émail.

» Suivant la règle générale, l'ossification de la dent commence au sommet de la couronne, mais non pas d'une manière uniforme sur tous les prolongements lamellaires du bulbe; car l'épaisseur progressivement atténuée de l'ivoire dans les collines successives prouve que l'ossification débute à l'extrémité antérieure de l'arc formé par le bulbe dentaire pour s'étendre peu à peu en arrière.

» Il résulte de là que, toutes les fois que les collines seront nombreuses, il sera impossible d'avoir dans toute son intégrité à l'état fossile la couronne d'une dent encore renfermée dans son alvéole. Dans la collection, il n'y a que des secondes molaires chez lesquelles les collines soient au complet, avec les espaces intercollinaires encore libres, avant la formation du cément. »

PHOTOGRAPHIE. — *Recherches photomicrographiques sur la transformation du collodion dans les opérations photographiques.* Note de M. J. GIRARD.

(Renvoi à la Commission du Passage de Vénus.)

« L'examen microscopique du collodion permet de reconnaître la nature de la texture de la couche et de suivre les réactions qui ont lieu dans la

production de l'impression photographique. Quand il est de bonne qualité, la glace sur laquelle il est étendu est translucide, incolore, le coton étant parfaitement dissous; mais sa composition, sa durée, les réactions de la sensibilisation changent sa texture.

» Les photomicrographies présentées mettent en évidence, sous un grossissement de $\frac{50}{1}$, quelques-unes des modifications les plus fréquentes : 1° le vieux collodion, qui donne encore des images fines, mais dont la rapidité laisse à désirer, contient des bulles liquides d'éther altéré. S'il était trop alcoolique, il aurait l'aspect d'un tissu cellulaire, et, s'il contenait de l'eau, les fibrilles de coton redeviendraient apparentes sous forme de flocons amorphes; 2° le collodion trop épais, qui est intense, mais sans rapidité d'impression, a l'apparence d'un tissu cellulo-vasculaire ondulé; ce défaut de régularité dans la couche est nuisible à la netteté de l'image qu'elle doit recevoir.

» Les deux autres épreuves correspondent, l'une au moment où la sensibilisation au bain de nitrate d'argent est encore incomplète, l'autre, au moment où la sensibilisation est terminée. Dans la première, les taches huileuses, qui sont l'indice de la réaction inachevée, sont remplies de stries et de groupes de cristaux, les uns en forme d'aiguilles, les autres amorphes; certains endroits offrent des détails très-fins. Il semble que les cristaux d'iodure d'argent qui étaient en voie de formation aient été arrêtés dans leur développement. Dans la seconde épreuve la sensibilisation est complète, la texture de la couche sensible est homogène et compacte; elle est couverte d'un réseau régulier, rendu encore plus évident par quelques places exemptes de cristallisation.

» La plupart des réactions photographiques nécessaires pour obtenir une image se font par transformation successive du système cristallographique; la réaction de l'iodure d'argent est la plus perceptible. Il en résulte que l'examen de la couche de collodion, avec un grossissement moyen, permet à l'opérateur de reconnaître les insuccès des procédés qu'il emploie. »

M. Bourbouze adresse une Lettre dans laquelle il demande l'ouverture d'un pli cacheté, dont le dépôt a été accepté par l'Académie dans sa séance du 28 novembre 1870. Ce pli est ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel; il contient la Note suivante :

*Sur les communications à distance par les cours d'eau.*

« Lorsqu'on met les deux extrémités d'un fil d'un galvanomètre sen-

sible en contact, l'une avec le tuyau qui amène le gaz dans les laboratoires, l'autre avec les conduites d'eau, on constate aisément l'existence de courants énergiques dans le circuit ainsi formé.

» On arrive à des résultats analogues en mettant l'une des extrémités du fil en communication avec un cours d'eau, l'autre avec un morceau de métal enfoncé en terre, ou bien encore l'une avec un puits et l'autre avec la terre.

» Si l'on introduit un nouvel électromoteur dans le système, si, par exemple, on met en terre l'un des pôles d'une pile et que l'on fasse communiquer l'autre pôle avec un cours d'eau, l'aiguille du galvanomètre indique par un changement de direction l'influence de la nouvelle source d'électricité. Pour rendre cette modification très-évidente, il est indispensable de compenser l'action tellurique primitive. On y parvient très-facilement de la manière suivante :

» On prend un galvanomètre sensible dans lequel on introduit le courant tellurique passant par le lieu de l'observation et on lance dans le même fil le courant d'un petit élément à sulfate de cuivre. Ce dernier, dirigé en sens inverse du courant tellurique, permettra de ramener l'aiguille au zéro. A cet effet, on introduit sur le trajet du courant de la pile un compensateur, qui consiste en un tube en U, contenant une dissolution de sulfate de cuivre très-étendue, et dans chacune des branches de ce tube on plonge deux tiges de platine que l'on peut faire monter ou descendre à volonté à l'aide d'une crémaillère, de manière à régler la longueur des parties immergées. Une fois l'aiguille ramenée au zéro, il est facile de reconnaître que l'introduction d'une nouvelle source électromotrice dans le système tellurique est accusée sans difficulté.

» Au début des expériences entreprises pour établir la réalité des effets que je viens de décrire, le galvanomètre et son compensateur étaient installés près du pont d'Austerlitz. L'un des fils était à terre, l'autre communiquait avec un système de plaques de cuivre plongeant dans la Seine. Une pile à sulfate de cuivre de 600 éléments était placée au pont Napoléon, l'un des pôles étant relié à la terre, l'autre à la Seine. Toutes les fois qu'on fermait le courant, l'aiguille, primitivement ramenée au zéro, était déviée de 25 à 30 degrés, et le sens de la déviation dépendait de celui du courant de la pile. Nous avons obtenu les mêmes résultats du pont Saint-Michel à Saint-Denis.

» On peut communiquer aussi en se servant des conduites d'eau et de gaz qui sillonnent le sol, au lieu des grands cours d'eau et de la terre. On

règle alors le galvanomètre, comme nous l'avons dit ci-dessus en parlant des cours d'eau.

» Dans les expériences que je fais actuellement entre l'École de Pharmacie et mon domicile, pour montrer la facilité avec laquelle les courants peuvent se transmettre sans fil, je me sers d'une pile de 40 éléments montée à l'École de Pharmacie. L'intensité est telle que l'on constate une déviation de 50 degrés des deux côtés de la position d'équilibre de l'aiguille du galvanomètre.

» D'autre part, en plongeant une lame de cuivre dans un puits, et en reliant avec la Terre le fil conducteur fixé à cette lame de manière à former un circuit, j'obtiens un courant si intense qu'il m'est possible, dans ces conditions, de décomposer l'eau, de charger des piles secondaires, et d'animer un petit électro-aimant dont l'action est assez forte pour déterminer et entretenir les oscillations d'un fléau.

» Pour démontrer que le courant marche de l'eau à la terre, on peut faire usage du galvanomètre vertical, dont on est obligé de diminuer la sensibilité en ne prenant que la moitié des fils; on peut aussi constater que le dépôt métallique se fait sur l'électrode reliée avec la terre et que l'intensité augmente proportionnellement aux surfaces immergées.

» Il serait donc intéressant, au point de vue pratique, de rechercher si, pour de plus grandes surfaces, cette augmentation d'intensité n'atteindrait pas une limite, ou si l'on ne pourrait pas, au contraire, accroître l'énergie de ces courants de manière à en tirer parti pour l'industrie, notamment pour la galvanoplastie. Je puis dire que les courants ainsi recueillis me servent journellement pour le réglage des instruments qui n'exigent pas une source d'électricité aussi puissante que les piles ordinaires.

» En résumé, l'ensemble de ces expériences démontre que l'on peut communiquer télégraphiquement, sans fils, à des distances plus ou moins considérables : on peut substituer les courants telluriques à ceux des piles généralement employées, pourvu que l'on fasse varier les surfaces immergées; enfin ces courants peuvent décomposer les dissolutions des sels métalliques. »

Cette Note est renvoyée à l'examen d'une Commission composée de MM. Jamin, Berthelot, Belgrand.

MM. Saint-Ange Davillé, P. Foulon, V. Lenz, M. Sivan, Mme C. Poulard adressent des Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. L. **Vaisse** adresse à l'Académie plusieurs opuscules sur la question de l'enseignement de la parole aux sourds-muets.

(Commissaires : MM. Milne Edwards, Cl. Bernard, Blanchard, Gosselin.)

M. B. **Alciator** adresse une Note relative à des moyens de prévenir les inondations.

(Renvoi à l'examen de M. Belgrand.)

## CORRESPONDANCE.

La **Société royale toscane d'Horticulture** a chargé par un vote unanime son Président, M. Parlatore, de transmettre à l'Académie l'expression de ses sympathies, à l'occasion de la perte que la Science vient d'éprouver en la personne de M. *Adolphe Brongniart*, un des plus grands botanistes du siècle.

M. **Piorry** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place devenue vacante, dans la Section de Médecine et de Chirurgie, par le décès de M. *Andral*.

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Un ouvrage intitulé : « Aventures aériennes », par M. W. de Fonvielle.

ANALYSE. — *Sur les conditions d'intégrabilité immédiate d'une expression aux différentielles ordinaires d'ordre quelconque.* Note de M. A. **Pujet**.

« Dans son *Traité sur l'intégration des équations aux dérivées partielles du premier ordre* (*), Imschenetsky, reprenant l'idée de Boole, comme l'avait déjà fait M. Bertrand (**), applique la théorie de l'intégration des équations simultanées aux dérivées partielles à la détermination des conditions d'intégrabilité d'une expression différentielle de la forme

$$dx\,F(x, y, y_1, y_2, \ldots, y_n), \tag{1}$$

(*) Traduction de M. Houël, pages 147 et suivantes. Gauthier-Villars; 1869.

(**) Leçon professée au Collége de France en 1863.

où l'on représente par $x$ une variable indépendante, par $y$ une fonction arbitraire de cette variable et par $y_1, y_2, \ldots, y_n$ les $n$ premières dérivées de cette fonction par rapport à $x$.

» Il arrive bien à la condition d'Euler, qui est nécessaire et suffisante (*), mais il regrette de ne pouvoir pas en déduire simplement toutes les autres conditions dont sa méthode montre la nécessité. C'est cette lacune que je me propose de combler dans cette Note, qui servira en même temps de complément à l'étude faite par Joachimstahl (**) de la décomposition de cette condition en plusieurs autres.

» On voit tout d'abord que la fonction dont F serait la dérivée par rapport à $x$ ne doit pas contenir $y_n$ dans son expression, parce qu'on suppose que $y$ est une fonction arbitraire et que tout terme en $y_n$ donnerait, dans la dérivée, un terme en $y_{n+1}$ qui ne se trouve pas dans F. Soit

$$\varphi(x, y, y_1, \ldots, y_{n-1})$$

cette fonction connue; posons

$$\frac{d\varphi}{dx} = p, \quad \frac{d\varphi}{dy} = q, \quad \frac{d\varphi}{dy_1} = p_1, \quad \ldots, \quad \frac{d\varphi}{dy_i} = p_i, \quad \ldots, \quad \frac{d\varphi}{dy_{n-1}} = p_{n-1}.$$

On doit avoir identiquement

$$(2) \qquad p + qy_1 + p_1 y_2 + \ldots + p_{n-1} y_n = \mathrm{F}(x, y, y_1, \ldots, y_{n-1}, y_n),$$

ce qui exige, puisque l'on peut regarder $y_n$ comme une variable indépendante, que la fonction F soit de la forme

$$\mathrm{F} = \mathrm{P} + y_n \mathrm{F}_n,$$

P et $\mathrm{F}_n$ désignant des fonctions indépendantes de $y_n$, et que l'on ait

$$(3) \qquad p_{n-1} = \mathrm{F}_n.$$

» La fonction inconnue $\varphi$ doit donc satisfaire aux deux équations simultanées aux dérivées partielles du premier ordre (2) et (3), que nous mettrons sous la forme

$$(4) \qquad \mathrm{H} = p + qy_1 + p_1 y_2 + \ldots + p_{n-2} y_{n-1} + p_{n-1} y_n - \mathrm{F} = 0,$$

$$(5) \qquad \mathrm{H}_1 = p_{n-1} - \mathrm{F}_n = 0.$$

(*) *Journal de l'Ecole Polytechnique*. BERTRAND, XXXVIII[e] cahier.

(**) BERTRAND, *Traité de Calcul intégral*, t. I, pages 153 et suivantes.

» Posons maintenant, pour simplifier l'écriture,

$$\frac{dF}{dy} = F_y, \quad \frac{dF}{dy_1} = F_1, \quad \ldots, \quad \frac{dF}{dy_i} = F_i, \quad \ldots, \quad \frac{dF}{dy_{n-1}} = F_{n-1},$$

et formons le tableau suivant de fonctions :

$$\frac{dF_n}{dx} = \omega, \quad F_{n-1} - \frac{d\omega}{dx} = \omega_1, \quad F_{n-2} - \frac{d\omega_1}{dx} = \omega_2, \quad \ldots, \quad F_y - \frac{d\omega_{n-1}}{dx} = \omega_n.$$

» Nous trouvons, en adoptant la notation de Poisson,

$$\begin{aligned}
&(H, H_1) = H_2 = p_{n-2} - \omega_1,\\
&(H, H_2) = H_3 = p_{n-3} - \omega_2,\\
&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,\\
&(H, H_{n-1}) = H_n = q - \omega_{n-1},\\
&(H, H_n) = \omega_n,
\end{aligned}$$

et de plus

$$(H_i, H_k) = \frac{d\omega_{k-1}}{dy_{n-i}} - \frac{d\omega_{i-1}}{dy_{n-k}},$$

$i$ et $k$ désignant deux nombres quelconques de la suite 1, 2, 3,..., $n$. Les variables que nous associons dans la formation de ces fonctions sont évidemment

$$x \text{ et } p, \quad y \text{ et } q, \quad y_1 \text{ et } p_1, \quad \ldots, \quad y_{n-1} \text{ et } p_{n-1}.$$

» Pour que les équations (4) et (5) aient une solution commune, il faut qu'on ait

(6) $$H_2 = 0, \quad H_3 = 0, \quad \ldots, \quad H_n = 0,$$

et, identiquement,

(7) $$\omega_n = 0, \quad (H_i, H_k) = 0,$$

pour toutes les valeurs 1, 2,..., $n$ des indices $i$ et $k$.

» Les équations (6), jointes aux équations (4) et (5), font connaître les valeurs de $p$, $q$, $p_1, \ldots, p_{n-1}$ en fonction de $x, y, y_1, \ldots, y_{n-1}$, et, par suite, déterminent la fonction inconnue $\varphi$.

» La première des équations (7) est la condition d'Euler, et je dis que toutes les autres en sont des conséquences immédiates. En effet, si nous considérons la fonction $\omega_1$, nous voyons qu'elle ne contient pas la variable $y_n$, car on a

$$\omega_1 = \frac{dP}{dy_{n-1}} + y_n \frac{dF_n}{dy_{n-1}} - \frac{dF_n}{dx} - \frac{dF_n}{dy} y_1 - \frac{dF_n}{dy_1} y_2 - \ldots - \frac{dF_n}{dy_{n-1}} y_n,$$

et le coefficient de $y_n$ est identiquement nul.

» On en conclut que, dans la fonction $\omega_2$, le coefficient de $y_n$ est égal à

$$\frac{dF_n}{dy_{n-2}} - \frac{d\omega_1}{dy_{n-1}} = -(H_1, H_2);$$

ce sera le coefficient de $y_{n+1}$ dans $\omega_3$, celui de $y_{n+2}$ dans $\omega_4$, et, finalement, celui de $y_{2n-2}$ dans $\omega_n$. $(H_1, H_2)$ représente donc, au signe près, le coefficient de $y_{2n-2}$ dans la condition d'Euler, et il faut que ce coefficient soit nul pour qu'elle puisse être satisfaite identiquement.

» S'il en est ainsi, la fonction $\omega_2$ est indépendante de $y_n$, et le coefficient de $y_n$ dans $\omega_3$ doit être égal à

$$\frac{dF_n}{dy_{n-3}} - \frac{d\omega_2}{dy_{n-1}} = -(H_1, H_3);$$

ce sera le coefficient de $y_{2n-3}$ dans $\omega_n$, et ce coefficient doit être nul. En poursuivant ce raisonnement, on voit que la condition d'Euler entraîne les suivantes :

(8) $$(H_1, H_2) = 0, \quad (H_1, H_3) = 0, \quad \ldots, \quad (H_1, H_n) = 0.$$

» Cela posé, en vertu du théorème de Jacobi, qui se traduit par l'identité

$$[A, (B, C)] + [B, (C, A)] + [C, (A, B)] = 0,$$

on a, en supposant $i < k$,

$$(H_i, H_k) = -[H_k, (H, H_{i-1})] = [H, (H_{i-1}, H_k)] - (H_{i-1}, H_{k+1});$$

si donc toutes les conditions, telles que

$$(H_{i-1}, H_k) = 0, \quad (H_{i-1}, H_{k+1}) = 0,$$

sont identiquement satisfaites, on aura également

$$(H_i, H_k) = 0.$$

» Les identités (8) entraînent donc les suivantes :

$$(H_2, H_3) = 0, \quad \ldots, \quad (H_2, H_n) = 0;$$

et, en remontant ainsi de proche en proche, on arrive à voir que toutes les égalités

$$(H_i, H_k) = 0$$

sont satisfaites uniquement quand la condition d'Euler l'est elle-même. »

THÉORIE DES NOMBRES. — *Impossibilité de l'équation* $x^7 + y^7 + z^7 = 0$. Note du P. PEPIN, présentée par M. Hermite.

« 1. Cette équation est également impossible lorsqu'on suppose que l'une des indéterminées est divisible par 7. Soit, en effet, $z$ multiple de 7.

Les nombres $x$, $y$, $z$ vérifieront les équations (4), où $l$, $m$, $n$, $\lambda$, $\mu$, $\nu$ représentent des nombres entiers, premiers entre eux deux à deux, dont un seul, $n$, peut être multiple de 7.

» Posons, pour abréger, $l^7 = a$, $m^7 = b$, $7^6 n^7 = c$, $lmn = \mathrm{P}$,

$$x^2 + y^2 + z^2 + xy + yz + zx = q.$$

On aura, en conséquence,

$$abc = 7^6 \mathrm{P}^7,$$

et, si l'on tient compte de l'équation (2), on tirera de l'identité (5) l'équation

$$(6) \qquad p^7 = 7^7 \mathrm{P}^7 (q^2 + pxyz).$$

La somme $p$ est donc divisible par $7\mathrm{P}$. Désignons par B le quotient $p : 7\mathrm{P}$, nous aurons

$$(7) \qquad \mathrm{B}^7 = q^2 + 7\mathrm{BP}xyz.$$

Or B est premier avec $xyz$ et, par conséquent, avec $7\mathrm{P}$. On a, en effet, en vertu des équations (4),

$$p = x + y + z = l^7 - l\lambda = m^7 - m\mu = 7^6 n^7 - 7n\nu,$$

$$\mathrm{B} = \frac{l^6 - \lambda}{7mn} = \frac{m^6 - \mu}{7nl} = \frac{7^5 n^6 - \nu}{lm},$$

d'où l'on voit que B est premier avec chacun des nombres $l$, $\lambda$; $m$, $\mu$, $7n$, $\nu$, puisque ces nombres sont eux-mêmes premiers entre eux deux à deux.

» **2.** Nous allons démontrer d'abord que B est un carré. Soit, en effet, $\mathrm{A}^2$ le plus grand carré diviseur de B, et posons $\mathrm{B} = \mathrm{A}^2\theta$. Le carré $q^2$, dans l'équation (7), doit être divisible par $\mathrm{A}^2$. Posons, conséquemment, $q = \mathrm{A}q'$. En divisant par $\mathrm{A}^2$, nous déduisons de l'équation (7)

$$\mathrm{A}^{12}\theta^7 = q'^2 + 7\theta \mathrm{P}xyz.$$

Comme $\theta$ n'a pas de diviseur carré, il ne peut diviser $q'^2$ sans diviser $q'$. Soit donc $q' = \mathrm{R}\theta$, et divisons par $\theta^2$ la dernière équation; nous trouvons

$$\mathrm{A}^{12}\theta^5 = \mathrm{R}^2 + 7\frac{\mathrm{P}xyz}{\theta}.$$

Or $\theta$, comme son multiple B, est premier avec $xyz$ et avec $7\mathrm{P}$ (4); néanmoins le quotient $7\mathrm{P}xyz : \theta$ est entier; on a donc

$$\theta = 1;$$

la dernière équation devient

(8) $$A^{12} = R^2 + 7Pxyz;$$

de plus

$$B = A^2, \quad p = 7A^2P, \quad q = AR.$$

» 3. Afin d'exprimer le produit $xyz$ au moyen des trois nombres A, P, R, nous remarquerons d'abord que la somme des trois équations

$$(y+z)^2 = a^2, \quad (z+x)^2 = b^2, \quad (x+y)^2 = c^2$$

donne

$$x^2 + y^2 + z^2 + xy + yz + zx = \frac{a^2+b^2+c^2}{2} = AR.$$

On a donc

$$a^2 + b^2 + c^2 = 2AR, \quad a + b + c = 14A^2P, \quad abc = 7^6P^7.$$

Or

$$xyz = (p-a)(p-b)(p-c) = p^3 - (a+b+c)p^2 + (ab+bc+ca)p - abc$$
$$= -p^3 + (ab+bc+ac)p - abc.$$

D'ailleurs

$$ab + bc + ac = \tfrac{1}{2}[(a+b+c)^2 - (a^2+b^2+c^2)] = 2p^2 - AR;$$

donc

$$xyz = p^3 + pAR - abc = 7^3A^6P^3 - 7A^3PR - 7^6P^7,$$

en sorte que l'équation (8) devient

$$A^{12} = R^2 + 7^4A^6P^4 - 7^2A^3P^2R - 7^7P^8.$$

Comme l'un des trois nombres $x$, $y$, $z$ est pair, le nombre B, premier avec $xyz$, est impair, ainsi que sa racine carrée A. La dernière équation exige que P soit pair. Posant donc $P = 2S$, nous mettrons la dernière équation sous la forme suivante :

(9) $$(R - 2.7^2A^3S^2)^2 = (A^6 - 6.7^4S^4)^2 + 4.7^7S^8.$$

» 4. Comme les deux nombres A et S sont premiers entre eux, la décomposition de cette équation donnera

$$\pm(R - 2.7^2A^3S^2) \pm (A^6 - 6.7^4S^4) = 2.U^8,$$
$$\pm(R - 2.7^2A^3S^2) \mp (A^6 - 6.7^4S^4) = 2.7^7V^8, \quad S = UV;$$
$$\pm(A^6 - 6.7^4U^4V^4) = U^8 - 7^7V^8.$$

On doit prendre le signe supérieur, car autrement 7 diviserait la somme de

deux carrés premiers entre eux, ce qui est impossible. On a donc

$$A^6 = U^8 + 6.7^4 U^4 V^4 - 7^7 V^8 = (U^4 + 3.7^4 V^4)^2 - 64.7^7 V^8.$$

On décompose cette équation de l'une des manières suivantes :

$$U^4 + 3.7^4 V^4 \pm A^3 = 2.M^8, \qquad 2.7^7 M^8,$$
$$U^4 + 3.7^4 V^4 \mp A^3 = 32.7^7 N^8, \quad 32 N^8, \quad V = MN,$$

en sorte qu'on a l'une des deux équations

$$U^4 = M^8 - 3.7^4 M^4 N^4 + 16.7^7 N^8,$$
$$U^4 = 7^7 M^8 - 3.7^4 M^4 N^4 + 16 N^8.$$

Si M était pair, U devrait l'être également, ce qui n'est pas admissible, puisque les trois nombres U, M, N sont premiers entre eux. La dernière équation doit être rejetée, car, suivant qu'on suppose U pair ou impair, on en déduit l'une des deux congruences impossibles

$$0 \equiv 7 - 3 \pmod{8}, \qquad 1 \equiv 7 \pmod{8}.$$

Dans la première équation, il faut supposer U impair et N pair, parce que, dans le cas contraire, on aurait la congruence absurde

$$0 \equiv 1 - 3 \pmod{8}.$$

Posant donc $N = 2\alpha\beta$, nous voyons que la solution de l'équation proposée est ramenée à celle de l'équation

$$U^4 = M^8 - 48.7^4 M^4 \alpha^4 \beta^4 + (16)^3.7^7 \alpha^8 \beta^8 = (M^4 - 24.7^2.\alpha^4\beta^4)^2 + 2^6.7^7 \alpha^8 \beta^8.$$

En tenant compte de ce que le nombre 7 ne peut diviser une somme de deux carrés premiers entre eux, on voit que l'équation obtenue ne peut se décomposer que d'une seule manière

$$U^2 + M^4 - 24.7^2 \alpha^4 \beta^4 = 2\alpha^8,$$
$$U^2 - M^4 + 24.7^2 \alpha^4 \beta^4 = 2^5.7^7 \beta^8;$$

d'où résulte l'équation

$$U^2 = \alpha^8 + 7^3 (14\beta^2)^4.$$

Si donc l'équation proposée était possible, on trouverait trois nombres premiers entre eux, U, $\alpha$, $\beta$, propres à vérifier la dernière équation. On pourrait donc aussi résoudre l'équation (1)

$$u^2 = x^4 + 7^3 y^4,$$

en donnant aux indéterminées des valeurs entières et premières entre elles

$$u = U, \quad x = \alpha^2, \quad y = 14\beta^2,$$

ce qui a été démontré impossible. Il est donc aussi impossible de résoudre l'équation proposée $x^7 + y^7 + z^7 = 0$ en nombres entiers et tous différents de zéro. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur les échanges d'ammoniaque entre les eaux naturelles et l'atmosphère;* par M. Th. Schlœsing.

« J'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie (*Comptes rendus*, 1875, 20 décembre), au sujet du partage de l'ammoniaque (1) entre l'air et l'eau, un premier tableau d'expériences dans lesquelles l'air contenait $0^{mg},06$ d'alcali par mètre cube. Cette proportion était voisine du maximum que j'ai observé dans l'atmosphère ; il convenait donc de poursuivre les études avec de l'air beaucoup plus pauvre, afin d'obtenir des mesures applicables aux phénomènes naturels. Ce sont les résultats de ces nouvelles recherches que je viens soumettre à l'Académie :

| Série I (déjà publiée, mais revue). $0^{mg},06$ Am$^{que}$ dans $1^{mc}$ d'air. | | Série II. $0^{mg},03$. | | Série III. $0^{mg},015$. | |
|---|---|---|---|---|---|
| Température. | Ammoniaque dans 1 litre d'eau. | Température. | Ammoniaque dans 1 litre d'eau. | Température. | Ammoniaque dans 1 litre d'eau. |
| o | mg | o | mg | o | mg |
| — 0,8 | 14,6 | — 0,1 | 7,37 | 0,2 | 3,76 |
| + 5,4 | 10,86 | + 1,1 | 7,17 | 6,6 | 2,69 |
| 13,2 | 4,21 | 6 | 5,46 | 9 | 1,63 |
| 20,2 | 2,45 | 11,8 | 2,45 | 14,8 | 0,96 |
| 26,7 | 1,35 | 15,4 | 1,69 | 19,6 | 0,56 |
| | | 23,4 | 0,81 | | |

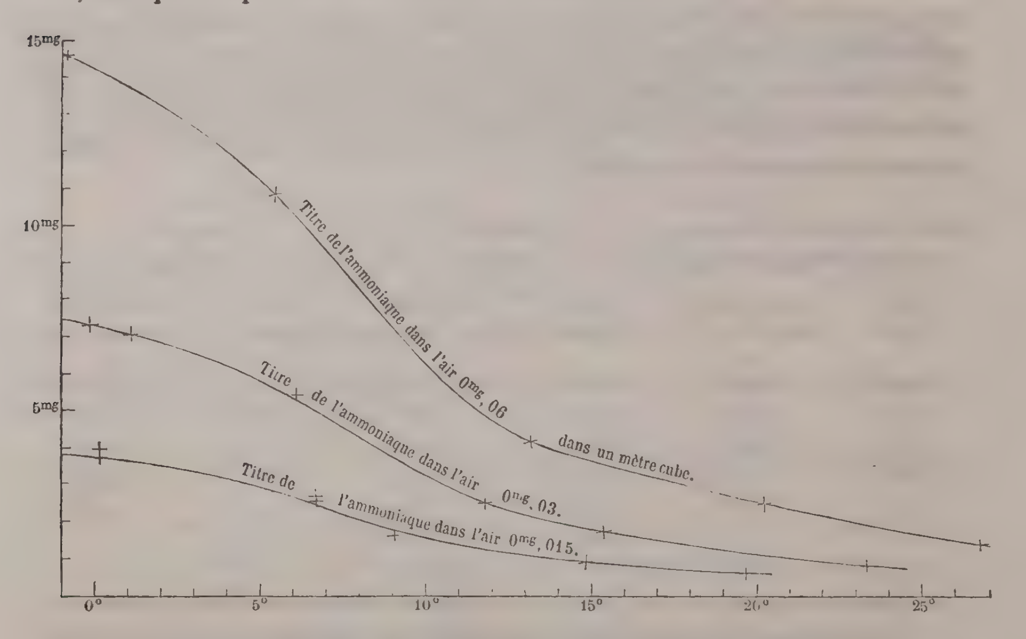
» Dans ces expériences, j'ai opéré exclusivement avec l'eau de mer.

» Les résultats des trois séries peuvent être représentés par trois courbes, que j'ai construites en prenant les températures pour abscisses et les quantités d'ammoniaque dans 1 litre d'eau pour ordonnées.

» On peut constater, sur ces courbes, que les trois ordonnées qui correspondent à une même température sont sensiblement proportionnelles aux trois titres $0^{mg},06$, $0^{mg},03$, $0^{mg},015$, comme si la loi d'absorption des gaz par les liquides trouvait ici son application ordinaire. Cependant cette même loi était en défaut dans mes expériences antérieures, lorsque le titre

(1) Par ammoniaque, j'entends l'alcali à l'état où il existe dans la nature, c'est-à-dire engagé avec l'acide carbonique dans des combinaisons que je ne puis définir.

de l'air s'élevait à $0^{mg},25$, $0^{mg},50$, 1 milligramme d'ammoniaque par mètre cube. Il serait possible d'expliquer cette contradiction par des différences de constitution des carbonates produits, selon le degré de dilution de l'alcali dans l'eau; mais je ne veux pas m'arrêter sur ce sujet. Acceptant les faits tels que l'expérience les donne, je constate que, dans des expériences où le titre de l'air était comparable à celui de notre atmosphère, les échanges d'ammoniaque ont été réglés sensiblement par la loi d'absorption : j'admettrai donc à l'avenir que la quantité d'ammoniaque dissoute par l'eau est proportionnelle, à la surface du globe, à la quantité d'alcali contenue dans l'air, lorsque l'équilibre de tension est établi.




» Il y a donc entre ces deux quantités, pour une même température, un rapport constant que mes expériences permettent de calculer pour 16 températures différentes. Voici le type de l'un de ces rapports :

$$r = \frac{\text{ammoniaque dans 1 mètre cube d'air}}{\text{ammoniaque dans 1 litre d'eau}}.$$

(Je prends le mètre cube pour unité de volume d'air, afin d'éviter l'accumulation des décimales dans l'expression des rapports.)

» Prenant pour ordonnées les seize rapports et pour abscisses les températures, j'ai construit une courbe et j'ai eu la satisfaction de voir les extrémités des ordonnées tomber très-près du tracé moyen indiqué par leur

ensemble. Voici, d'après ma courbe, la Table des rapports pour chaque degré de température compris entre zéro et 26 degrés.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0....... | 0,004 | 7..... | 0,0063 | 14..... | 0,0151 | 21..... | 0,0284 |
| 1....... | 0,0041 | 8...... | 0,0072 | 15..... | 0,0166 | 22..... | 0,0310 |
| 2....... | 0,0042 | 9...... | 0,0083 | 16...... | 0,0184 | 23...... | 0,0339 |
| 3....... | 0,0044 | 10...... | 0,0095 | 17...... | 0,0202 | 24..... | 0,0368 |
| 4....... | 0,0046 | 11...... | 0,0108 | 18...... | 0,0222 | 25...... | 0,0398 |
| 5....... | 0,0050 | 12...... | 0,0122 | 19...... | 0,0242 | 26...... | 0,0438 |
| 6....... | 0,0055 | 13..... | 0,0136 | 20...... | 0,0263 | | |

» Grâce à cette Table, je suis maintenant en mesure de résoudre les problèmes les plus intéressants sur les échanges d'ammoniaque entre l'air, la pluie, les brouillards, les mers...

» 1° Une masse d'air, à une température T, saturée d'humidité, contient A milligrammes d'ammoniaque par mètre cube; elle descend à une température $t$, d'où résulte une condensation de vapeur; soit $v$ le volume d'eau condensée dans 1 mètre cube. On demande combien d'ammoniaque est absorbée par $v$, combien il en reste dans l'air.

» Cette question n'est autre que celle du partage de l'ammoniaque entre un nuage et la pluie qui s'en échappe.

» Soit $x$ la quantité d'ammoniaque contenue dans l'eau $v$; 1 litre de cette eau en contiendrait $\frac{x}{v}$; d'autre part, la quantité d'ammoniaque restant dans l'air après la condensation est $A - x$. On a donc

$$\frac{A - x}{\frac{x}{v}} = r,$$

$r$ étant le rapport qui correspond dans la Table à la température $t$; d'où

$$x = \frac{v}{v + r} \quad \text{et} \quad A - x = \frac{r}{v + r}.$$

» Par exemple, soient

$$\begin{array}{lllll} T = 25^\circ & 20^\circ & 15^\circ & 10^\circ & 5^\circ \\ t = 24 & 18,9 & 13,7 & 8,3 & 2,7 \end{array}$$

Dans les cinq cas, le refroidissement produit 1 gramme d'eau par mètre cube.

» Je trouve :

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Ammoniaque condensée dans l'eau.. | 0,027 A | 0,04 A | 0,064 A | 0,11 A | 0,19 A |
| Ammoniaque restant dans l'air..... | 0,973 A | 0,96 A | 0,936 A | 0,89 A | 0,81 A |

» On voit que l'ammoniaque, condensée par une même quantité d'eau, croît rapidement, à mesure que la température s'abaisse. J'aurai à revenir sur ce point quand je comparerai les pluies d'hiver et d'été. On voit encore combien on se trompe quand on s'imagine que l'ammoniaque d'un nuage se condense presque entièrement dans une pluie.

» On admet généralement que la pluie entraîne non-seulement l'ammoniaque des nuages, mais encore celle de l'air qu'elle traverse. Cela peut et doit être pour le nitrate d'ammoniaque, sel dénué de tension, comme l'a démontré M. Boussingault, et flottant dans l'air à l'état de poussière; mais, quant au carbonate, il est certain que la pluie peut en prendre, en céder ou passer sans modifier sa proportion dans l'air, selon les richesses et les températures respectives des nuées où elle prend naissance et des couches d'air qu'elle rencontre en tombant. En réalité, les dosages continus de l'ammoniaque aérienne, que j'ai institués depuis près d'une année, montrent que les chutes de pluie font varier le titre de l'air, tantôt en plus, tantôt en moins; mais ces variations disparaissent dans les moyennes. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sources d'oxyde de carbone; nouveau mode de préparation de l'acide formique très-concentré.* Note de M. **Lorin**.

« 1. La réaction de l'acide oxalique déshydraté sur les alcools polyatomiques se complique, surtout après un certain temps, de l'action déshydratante de cet acide ou d'un alcool polyatomique, la glycérine par exemple; ces deux actions déshydratantes s'exerçant soit sur l'acide formique, naissant de l'acide oxalique lui-même ou de l'oxaline, soit sur la formine, la chaleur longtemps soutenue intervenant aussi. Il est probable que ces causes diverses ont simultanément leur influence sur la décomposition finale de l'acide formique en eau et en oxyde de carbone, dans ces cas d'éthérification.

» 2. *Action de la chaleur sur l'acide oxalique déshydraté.* — L'acide oxalique desséché se sublime à 165 degrés et se décompose un peu au-dessus, en donnant (Türner) un peu moins de 5 volumes d'oxyde de carbone pour 6 d'acide carbonique, proportions trouvées par Gay-Lussac, opérant sur de l'acide partiellement sublimé. J'ai constaté qu'à 110 degrés l'acide déshydraté, maintenu plusieurs jours, se sublime en partie, donnant à peine du liquide; faits d'accord avec la déshydratation de l'acide ordinaire; mais, au bain d'huile, la décomposition s'obtient d'une manière nette *en volumes égaux* d'acide carbonique et d'oxyde de carbone, depuis le commencement

jusqu'à la fin, et finalement on a eu $13^{lit},598$ d'oxyde de carbone pour $13^{lit},434$ d'acide carbonique. La quantité d'eau recueillie correspond au volume d'oxyde de carbone produit; l'acide formique n'existait dans l'eau qu'à l'état de traces. Sans insister sur la rigueur des résultats, l'équivalence $C^4H^2O^8 = C^2O^2 + C^2O^4 + H^2O^2$ se trouve vérifiée aussi exactement que possible, sur tout l'acide employé.

» 3. *Action de l'acide oxalique déshydraté sur l'acide formique concentré.* — Ces deux corps réagissent. Vers 105 degrés, le rapport des volumes d'oxyde de carbone et d'acide carbonique a été constamment compris entre 1,2 et 3. Le volume de l'oxyde de carbone a donc toujours été en excès sur celui de l'acide carbonique, contrairement à ce qui a lieu, dans tous les cas, pour l'acide oxalique, le maximum de l'oxyde de carbone, qui est l'unité, n'étant atteint, comme je viens de le dire, que pour l'acide oxalique déshydraté. C'est donc l'acide formique, déshydraté par l'acide oxalique, qui a fourni la proportion notable d'oxyde de carbone en excès.

» 4. *Action des formiates de potasse ou de soude sur l'acide formique concentré.* — Lorsqu'on ajoute l'acide formique concentré à du formiate de potasse desséché à 150 degrés, en proportions équivalentes, et qu'après refroidissement on soumet le biformiate à la chaleur, on constate la fusion vers 120 degrés et un commencement de décomposition en eau, en acide formique et en oxyde de carbone; accentuée vers 130-135 degrés, cette décomposition est notable et régulière vers 150-155 degrés. Le dégagement d'oxyde de carbone pur est simultané de la production de l'acide formique aqueux; il cesse lorsque l'acide ne se produit plus. Les phénomènes restent absolument les mêmes par l'addition répétée d'un nouvel acide formique concentré au même formiate, et chaque fois on retrouve, à très-peu près, le poids primitif de ce formiate. La quantité d'oxyde de carbone est considérable, puisque le titre de l'acide formique éliminé s'élève et a été moyennement, dans une opération, de 50 pour 100. D'ailleurs, avec 42 grammes d'acide à 98, on a eu de suite plus de 11 litres d'oxyde de carbone. On peut donc rapprocher la déshydratation de l'acide formique par le formiate de potasse de sa déshydratation par l'acide sulfurique concentré, l'acide oxalique déshydraté. La décomposition du biformiate, exprimant ce fait, se formulerait

$$C^2HKO^4, C^2H^2O^4 = C^2HKO^4 + H^2O^2 + C^2O^2.$$

» Les résultats sont identiques avec le formiate de soude déshydraté. Après quatre opérations, faites en cohobant successivement l'acide for-

mique de moins en moins riche, il y a eu toujours un dégagement de chaleur, allant en diminuant. Après repos, la décomposition s'est faite à peu près à la même température, 150 degrés; la proportion d'oxyde de carbone va toujours en diminuant, et à la fin le poids primitif du formiate se retrouve le même.

» Le formiate de baryte et d'autres formiates donnent, avec l'acide formique, un moindre dégagement de chaleur; l'acide formique surnage et s'obtient intégralement par distillation, sans formation d'oxyde de carbone, même en élevant la température jusqu'à 160 degrés. Je réserve le formiate d'ammoniaque.

» 5. *Acétates de potasse ou de soude et acide formique concentré.* — Le mélange avec l'acétate de potasse a donné un dégagement de chaleur qui a porté le thermomètre de 10 à 55 degrés. Le sel résultant commence à se décomposer vers 135 degrés et se décompose régulièrement vers 153 degrés, en produisant, d'une manière constante, de l'oxyde de carbone, encore en quantité notable, avec élimination des acides formique et acétique aqueux. L'action hydratante de l'acide formique, dans ce cas particulier, m'a semblé digne d'être signalée.

» L'acétate de soude déshydraté agit de même; mais, comme pour les formiates, les autres acétates, en général, agissent peu ou n'agissent pas.

» 6. C'est un fait remarquable que cette déshydratation de l'acide formique, *à l'état libre* sous l'influence des formiates et des acétates alcalins, *à l'état latent* dans les formines brutes sous l'influence probable de l'alcool polyatomique qui se régénère ou subit diverses modifications. Dans ces deux cas particuliers, les températures, 135 et 150 degrés, se rencontrent d'une manière constante et en quelque sorte caractéristique de la décomposition de l'acide formique.

» 7. *Nouveau mode de préparation de l'acide formique très-concentré.* — La stabilité relative de l'acide oxalique déshydraté, mise en évidence par son action sur les alcools polyatomiques, devait faire penser à l'utiliser, à la place de l'acide sulfurique, pour obtenir, à l'aide d'un formiate, de l'acide formique très-concentré. Le formiate de baryte a donné de l'acide à 92,5; mais les résultats les meilleurs ont été fournis par le formiate de soude sec : dans une première opération, l'acide a titré 94. *Dans une deuxième opération, le mélange des deux corps bien déshydratés et en poudre, fait par parties, a été chauffé au bain-marie. On a eu presque la quantité théorique d'un acide formique titrant 99. De l'oxyde de carbone apparaît en faible quantité au commencement de la réaction, qui présente une grande analogie avec celle*

*de la préparation de l'acide nitrique ordinaire. Ce nouveau mode de production de l'acide formique concentré établit une analogie de plus entre l'acide oxalique déshydraté et l'acide sulfurique, analogie qui fait ainsi rentrer la préparation de l'acide formique concentré dans les cas ordinaires.*

» Ce travail a été exécuté au laboratoire des Hautes-Études de l'École centrale. »

ANATOMIE. — *Sur la constitution du canal excréteur de l'organe hermaphrodite dans le* Leucochroa candidissima, *Beck* (Helix candidissima, *Dr.*), *et dans le* Bulimus decollatus, *Linn.* Note de M. **E. Dubrueil**, présentée par M. Ch. Robin.

« La constitution du canal afférent du *Leucochroa candidissima* présente une particularité remarquable, particularité qui nous permet de nous rendre compte des fonctions physiologiques de ce conduit. A 4 millimètres de l'*organe de la glaire*, le canal, qui mesure 23 millimètres de longueur, est entouré de grosses glandes rondes ou ovales. Ces glandes, au nombre de 18 à 35, sont visibles à l'œil nu; leur coloration blanchâtre ou jaunâtre devient rougeâtre à l'époque des amours. Elles sont placées entre la membrane cellulaire externe et la couche fibreuse médiane, et viennent déboucher dans l'intérieur du conduit, chacune par un orifice distinct, comme les glandes de la prostate proprement dite.

» Des glandes analogues existent aussi dans le *Bulimus decollatus;* toutefois, chez ce dernier, elles ne sont pas enveloppées par la membrane cellulaire du canal, mais elles sont extérieures à cet organe. Au voisinage de l'endroit où celui-ci va s'enfoncer dans l'organe de la glaire, on voit accolées, à la portion concave de ce dernier, une série nombreuse de glandes, dont les inférieures sont situées sur le côté convexe du talon. Ces glandes diffèrent encore de celles que nous avons signalées chez le *Leucochroa candidissima* par la longueur de leur conduit, qui varie en raison directe de leur écartement du canal afférent à l'extérieur duquel il vient aboutir.

» Si la théorie de l'invagination du canal afférent était fondée, les glandes qu'on rencontre dans ce canal, chez le *Leucochroa candidissima,* ainsi que le conduit des mêmes glandes chez le *Bulimus decollatus,* intercepteraient aux ovules toute communication entre l'organe hermaphrodite et l'oviducte. C'est donc une preuve de plus à ajouter à celles formulées par Baudelot, à l'appui de la communauté de voie que suivent, chez les Gastéropodes pulmonés, l'élément mâle et le produit femelle. »

ZOOLOGIE. — *Des rapports qui existent, chez le chien, entre le nombre des dents molaires et les dimensions des os de la face.* Note de M. H. **Toussaint**, présentée par M. de Quatrefages.

« Parmi les observations nombreuses qui ont été faites, jusqu'à ce jour, sur les variations de la formule dentaire du chien, un petit nombre se rapportent aux dents molaires. Les anomalies les plus importantes, signalées par MM. de Blainville (1), Geoffroy Saint-Hilaire (2), Gervais (3), Magitot (4), ont été considérées par ces auteurs comme accidentelles.

» A côté de ces faits tératologiques qui se remarquent dans toutes les espèces, on peut observer des modifications, dont l'importance nous paraît plus considérable; car elles semblent, d'après un grand nombre d'observations, avoir un caractère constant dans les animaux d'une même race.

» L'aspect si caractéristique de la tête, chez les chiens de différentes races, tient surtout aux dimensions de la face et au plus ou moins d'écartement du pont zygomatique. Aucune autre espèce ne fournit des animaux aussi dissemblables sous ce point de vue que les *boule-dogues* et les *lévriers*. Aux modifications de la face correspondent des modifications dans le système dentaire : le nombre des incisives et des canines reste constant; mais l'arrangement et le nombre des molaires varient dans de très-larges limites.

» La formule normale des dents molaires du chien est $\frac{6}{7}$; dans le bouledogue et surtout dans les petites variétés de cette race, le nombre des

---

(1) De Blainville (*Des anomalies dentaires*) rapporte deux cas semblables : un mâtin et un griffon anglais dont la formule était : molaires, $\frac{6-7}{7-7}$ : de plus un lévrier d'Égypte présentait huit molaires inférieures, d'un côté : $\frac{6-6}{8-7}$.

(2) Geoffroy Saint-Hilaire (*Traité de Tératologie*), cite, sans désigner la race, le cas d'un chien présentant sept molaires supérieures de chaque côté : formule $\frac{7-7}{7-7}$, et celui d'un vieux lévrier ayant une molaire supplémentaire inférieure droite, placée en arrière, d'où la formule $\frac{6-6}{8-7}$.

(3) M. Gervais (*Histoire naturelle des Mammifères* et *Dictionnaire encyclopédique des Sciences médicales*, article Chiens) rappelle que le nombre des dents molaires varie : « On sait, dit-il, qu'il y a des chiens *accidentellement* pourvus de $\frac{7}{8}$ molaires ».

(4) M. Magitot (*De l'anomalie de nombre*, dans le *Journal de l'Anat. et de la Phys.*, 1875) a recueilli une tête de braque dont la formule est $\frac{6-6}{8-8}$.

molaires est fort souvent au-dessous de celui que nous venons d'assigner. La formule peut s'écrire $\frac{5}{7}$ ou $\frac{5}{6}$; il est quelques sujets chez lesquels on ne rencontre que quatre molaires supérieures et six ou même cinq inférieures. En revanche, nous possédons des têtes de lévriers dont la formule est $\frac{7}{9}$. On peut assister, pour ainsi dire, à ces transformations de la formule dentaire en examinant les types intermédiaires. En partant de l'épagneul pour aller vers les animaux à face courte, on voit d'abord les dents se resserrer jusqu'à se toucher par leurs bords, puis chevaucher de façon à rappeler la dentition du phoque. Bientôt l'une des prémolaires se tourne complétement en travers, et enfin, dans une dernière phase, survient la disparition d'une ou de plusieurs dents.

» A la mâchoire supérieure du boule-dogue, la disparition commence par la deuxième molaire tuberculeuse; celle qui disparaît ensuite est la troisième prémolaire, dont le grand axe était devenu, dans les faces moins rapetissées, tout à fait transversal. A la mâchoire inférieure, c'est la première prémolaire à une racine qui disparaît d'abord, puis la petite tuberculeuse postérieure; enfin celle qui a la plus grande tendance à se tourner en travers est la quatrième prémolaire (principale inférieure de de Blainville); souvent même elle a disparu avant la tuberculeuse postérieure.

» Si l'on examine, au contraire, des têtes dont la face s'est allongée, on constate que les dents se séparent, s'espacent largement jusqu'à ce qu'il s'ajoute une avant-molaire à une racine à la mâchoire supérieure. Il en est de même à l'inférieure, où l'on voit, de plus, apparaître, soit en même temps, soit même avant l'antérieure, une arrière-molaire tuberculeuse.

» Dans les animaux à face moyenne, l'épagneul par exemple, les deux mâchoires ont sensiblement la même longueur; les dents incisives supérieures recouvrent et dépassent légèrement les dents inférieures.

» Tout le monde connaît la forme particulière du maxillaire inférieur qui donne aux boule-dogues une physionomie si caractéristique. En général, les animaux de cette race dont la mâchoire inférieure proémine le plus possèdent le nombre normal de dents à cette mâchoire. Elles ont pu chevaucher légèrement; mais, à la mâchoire supérieure, elles ont diminué de nombre ou bien l'une d'elles s'est tournée en travers par suite du rapetissement de cette mâchoire : d'où la longueur plus grande du maxillaire inférieur.

» Il se comprend aisément qu'au maxillaire inférieur, qui est peu épais et dont les dents sont pressées entre deux lames de tissu compacte, la direction transversale soit difficile à prendre. Néanmoins, elle s'observe, mais à

un moindre degré qu'à la mâchoire supérieure; et, dans ce cas, les branches du maxillaire s'épaississent, et la ligne d'implantation des dents molaires décrit une courbe brève à convexité extérieure.

» La plus grande longueur du maxillaire inférieur des boule-dogues est donc une conséquence de la difficulté qu'éprouvent les dents à se tourner en travers et par suite à disparaître. A l'appui de cette manière de voir, on peut apporter le fait de chiens à mâchoires égales, mais dont les dents inférieures ont diminué de nombre pendant que les supérieures se rapprochaient. Nous possédons une belle tête qui présente ce caractère, et dont la formule est $\frac{6-6}{5-5}$ molaires.

» Dans le phénomène du raccourcissement de la face, tous les os ne concourent pas dans la même proportion à la diminution de longueur; cette diminution se fait surtout aux dépens du maxillaire supérieur, et principalement de ses parties antérieures et postérieures. Chez les animaux à face courte, que nous avons plus spécialement étudiés, la fosse temporale s'agrandit pour loger des crotaphites énormes. Il s'ensuit que non-seulement l'os zygomatique est écarté, mais qu'il est aussi reporté en avant, et, par cela même, n'offre plus qu'un point d'appui très-faible à la petite tuberculeuse dont les racines ne tardent pas à perforer la mince lame osseuse dans laquelle elles se trouvent implantées. Cette lame devient ensuite de plus en plus fragile et la dent disparaît pour ainsi dire d'un seul coup, avec la portion d'os qui la portait. La dent carnassière et la grosse tuberculeuse bénéficient du changement de direction de l'arcade zygomatique; elles sont plus fortement étayées: aussi ne les voit-on jamais manquer; c'est à peine si la carnassière subit une légère déviation transversale.

» Les observations que nous venons de résumer ne concernent aucune des races dégénérées, si nombreuses dans l'espèce canine, telles que les chiens de très-petite taille, à tête globuleuse, ou les chiens nus dits *chinois* et *japonais*. Chez ces animaux, le nombre des dents est rarement celui du type. Presque toujours il est inférieur, et leur disparition ne coïncide pas avec le raccourcissement des mâchoires; il se forme chez eux des espaces interdentaires. La diminution du nombre tient à des causes très-complexes que nous étudierons plus tard. »

M. **Hermite**, en faisant hommage à l'Académie, au nom de M. *Paul du Bois-Reymond*, professeur à l'Université de Tübingue, d'un Mémoire inti-

tulé : « Recherches sur la convergence et la divergence des formules de représentation de Fourier », s'exprime comme il suit :

« Lejeune-Dirichlet, qui, le premier, a établi par une analyse entièrement rigoureuse, des conditions suffisantes pour la convergence de la série trigonométrique de Fourier, s'est borné aux fonctions n'ayant qu'un nombre fini de maxima, entre les limites, $-\pi$, $+\pi$ de la variable, et a démontré que sous cette condition les développements étaient toujours convergents.

» Ce n'est donc qu'en considérant des fonctions qui présentent, soit dans le voisinage de valeurs particulières, soit pour toutes les valeurs de la variable, des maxima infiniment petits et infiniment rapprochés, que l'on pourra s'attendre à rencontrer enfin la limite séparant les fonctions exprimables par la série de Fourier de celles qui la rendraient divergente, ou se convaincre qu'une telle limite n'existe pas, du moins pour les fonctions continues.

» M. du Bois-Reymond, commençant ses recherches par les cas les plus simples, considère d'abord une fonction $f(x)$ qui s'approche de la valeur $f(0) = 0$, avec un nombre infini de maxima. Il choisit l'expression suivante :

$$f(x) = \zeta(x) \cos \varphi(x),$$

$\zeta(x)$ s'annulant pour $x = 0$, sans maxima, et $\varphi(x)$ devenant infinie pour la même valeur, mais suivant une loi dont il se réservait de disposer. L'étude de ce cas simple s'est déjà trouvée répondre aux besoins les plus essentiels de la théorie, et a conduit le savant auteur à ces deux principales propositions :

» Si $\zeta(x)$ et $\varphi(x)^{-1}$ s'annulent sans maxima avec $x$, le développement de $f(x)$ sera convergent pour $x = 0$; mais, si $\varphi(x)$ devient infinie, en croissant d'une certaine manière, avec un nombre infini de maxima, le développement sera divergent pour $x = 0$, bien qu'alors la fonction soit finie et déterminée.

» Beaucoup d'autres résultats, que je ne puis indiquer, intéresseront vivement les géomètres, comme servant à faire plus complétement connaître la portée du théorème qui joue un rôle si important dans l'analyse, et auquel reste à jamais attaché le nom de Fourier. »

M. le baron **Larrey** présente à l'Académie, de la part de M. *Barnes*, chirurgien général de l'armée américaine, un volume compacte, en anglais, de 1000 pages, intitulé : *Choléra épidémique de* 1873, *aux Etats-Unis*.

« L'introduction de ce livre, dit M. Larrey, faite par sir John Woodworth, chirurgien inspecteur, expose l'origine et le développement de l'épidémie, ainsi que l'emploi des mesures préventives. Un appendice rend hommage à chacun des chirurgiens collaborateurs de l'œuvre commune, dans les diverses contrées de l'Union.

» *L'histoire clinique de l'épidémie de* 1873, *l'étiologie, la prophylaxie, l'origine et le développement, la narration* complète et détaillée, avec cartes et plans de chaque contrée envahie et un *Appendice sur la Météorologie*, telle est la série des différents Chapitres comprenant la première Partie de cet ouvrage.

» La deuxième Partie comprend l'*histoire du choléra épidémique* remontant à 1817, puis se manifestant en 1823, en 1829, en 1832-1833 et 1834, en 1848, en 1854 et en 1865-1866, et enfin un aperçu du *choléra dans l'Inde*.

» Suit une *bibliographie du choléra* faite avec le plus grand soin par M. John Billing, chirurgien assistant. Elle comprend plus de 300 pages à deux colonnes et indique, d'une manière précise et méthodique, la plupart, sinon la totalité des publications connues dans les deux mondes. Ce recueil sera précieux désormais pour toutes les recherches scientifiques à entreprendre de nouveau sur les épidémies du choléra. »

M. **Larrey** présente encore, de la part de M. *Barnes*, un Rapport rédigé par M. *George Otis*, chirurgien assistant de l'armée des États-Unis sur un « Plan de transport par les voies ferrées des soldats blessés, en temps de guerre, avec la description des diverses méthodes employées, dans ce but, en différentes occasions ».

« Ce Rapport, dit M. Larrey, s'applique à un système proposé, en 1874, par un ingénieur russe, M. Zavodovsky, pour les malades aussi bien que pour les blessés, avec planches explicatives reproduites par le rapporteur. Celui-ci indique bien que les guerres récentes ont permis d'utiliser suffisamment les voies ferrées pour le transport général des troupes ainsi que du matériel, et il a raison de dire que la proposition de l'ingénieur russe pour le transport spécial des malades et des blessés n'est pas du tout chose nouvelle. Il le démontre, d'ailleurs, en rappelant que nous avions, en France, organisé ce système d'évacuations dès 1859, lorsque j'avais l'honneur d'être médecin en chef de l'armée d'Italie.

» M. Otis expose ensuite les divers moyens mécaniques à l'aide desquels ce service de transport a été effectué par les voies ferrées, dans d'autres circonstances, et il a soin de rappeler, à ce sujet, l'utile ouvrage du professeur Th. Longmore : *A Treatise on the transport of sick and wounded troops*. »

M. E. Bazin adresse une Note dans laquelle il propose une fabrication économique de la soude caustique au moyen du sulfate de soude.

L'auteur résume ainsi le principe de sa méthode : « Étant donné du sulfate de soude, on le calcine avec du charbon, pour former du sulfure de sodium. Le sulfure de sodium est dissous dans l'eau, et on le transforme en soude caustique, au moyen d'un oxyde métallique, tel que le bioxyde de cuivre, ou le peroxyde de fer ».

M. V. Chatel adresse une Note relative à un projet d'expériences à réaliser pour étudier l'influence de la lumière sur le développement des végétaux, et en particulier pour rechercher l'effet des sept couleurs du spectre solaire.

M. L. Vigot adresse une Note intitulée : « Changement de peau ou d'écaille du genre Crabe appelé vulgairement *Tourteau.* »

A 5 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures un quart. D.

---

Ouvrages reçus pendant la séance du 27 mars 1876.

*Valeur et concordance des preuves sur lesquelles repose la théorie de l'évolution en Histoire naturelle; par* M. Ch. Martins. Paris, imp. J. Claye, 1876; br. in-8°. (Extrait de la *Revue des Deux-Mondes.*)

*Aventures aériennes et expériences mémorables des grands aéronautes; par* W. de Fonvielle. Paris, E. Plon, 1876; 1 vol. in-12 illustré.

*La gymnastique raisonnée. Moyen infaillible de prolonger l'existence et de prévenir les maladies, etc.; par* E. Paz. Paris, Hachette et C^ie^, 1876; in-8°.

*Les soulèvements et dépressions du sol sur les côtes; par* J. Girard. Paris, F. Savy, 1876; in-8°.

*Comptes rendus de la Commission des maladies régnantes, faits à la Société médicale des hôpitaux de Paris; par* le D^r^ E. Besnier. 9^e^ fascicule, année 1875. Paris, typ. F. Malteste, 1876; in-8°.

*Projet de construction d'une chaussée avec ou sans tunnel de Calais à Douvres*

*pour l'établissement d'un chemin de fer entre la France et l'Angleterre, présenté par* M. G.-P. LAHORE. Foix, typ. Pomiès, 1875; br. in-12.

*Les merveilles de l'Industrie; par* L. FIGUIER, 27<sup>e</sup> série. Paris, Furne et C<sup>ie</sup>, 1876; in-8° illustré.

*Annales des Ponts et Chaussées. Mémoires et documents;* 1876, février. Paris, Dunod, 1876; in-8°.

*L'emploi de l'air comprimé comme force motrice. Son rôle dans l'avenir. Établissement d'un barrage dans la Seine, à Paris; par* D. A. UCCIANI. Constantinople, imp. Cayol, 1876; br. in-4°.

*The cholera epidemic of* 1873 *in the United-States.* Washington, government printing office, 1875; in-8° relié. (Présenté par M. Larrey.)

---

## *ERRATA.*

(Séance du 20 mars 1876.)

Page 649, ligne 3, *au lieu de* $n_0$, *lisez* $p_0$.

» ligne 7, *au lieu de* $\frac{V_0 \rho_0}{n}$, *lisez* $\frac{V_0 \rho_0}{n n_0}$, et *au lieu de* $\frac{n_0 V_0}{A n}$, *lisez* $\frac{p_0 V_0}{A n}$.

» ligne 10, *au lieu de* $\frac{np'}{n_0 p_0}$, *lisez* $\frac{np'}{p_0}$.